COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-QUATRIÈME

JANVIER — JUIN 1887.

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1887

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1887.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (C. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ✻.
DARBOUX (Jean-Gaston) ✻.
HALPHEN (Georges-Henri) ✻.
N. . . . .

SECTION II. — *Mécanique.*

PHILLIPS (Édouard) (O. ✻).
RESAL (Henry-Amé) (O. ✻).
LÉVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ✻.
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (C. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ✻).
LŒWY (Maurice) (O. ✻).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ✻).
TISSERAND (François-Félix) ✻.
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. C. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. C. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
PERRIER (Colonel François) (C. ✻).
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (O. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) ✻.

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

FIZEAU (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ※).
BECQUEREL (Alexandre-Edmond) (C. ※).
BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (C. ※).
CORNU (Marie-Alfred) ※.
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (O. ※).
LIPPMANN (Gabriel) ※.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

CHEVREUL (Michel-Eugène) (G. C. ※).
FREMY (Edmond) (C. ※).
CAHOURS (Auguste-André-Thomas) (C. ※).
DEBRAY (Jules-Henri) (O. ※).
FRIEDEL (Charles) ※.
TROOST (Louis-Joseph) ※.

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DAUBRÉE (Gabriel-Auguste) (G. O. ※).
PASTEUR (Louis) (G. C. ※).
DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) ※.
HÉBERT (Edmond) (O. ※).
FOUQUÉ (Ferdinand-André) ※.
GAUDRY (Jean-Albert) ※.

SECTION VIII. — *Botanique.*

DUCHARTRE (Pierre-Étienne-Simon) (O. ※).
NAUDIN (Charles-Victor) ※.
TRÉCUL (Auguste-Adolphe-Lucien).
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ※).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) ※.
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ※.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (G. O. ✻).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (G. O. ✻).
MANGON (Charles-François-Hervé) (C. ✻).
SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ✻).
REISET (Jules) (O. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ✻).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. ✻).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (O. ✻).
EDWARDS (Alphonse-MILNE) (O. ✻).
SAPPEY (Phibert-Constant) (O. ✻).
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

GOSSELIN (Athanase-Léon) (C. ✻).
MAREY (Étienne-Jules) (O ✻).
RICHET (Didier-Dominique-Alfred) (C. ✻).
CHARCOT (Jean-Martin) (O. ✻).
BROWN-SÉQUARD (Charles-Édouard) ✻.
N. . . . .

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

VULPIAN (Edme-Félix-Alfred) (O. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) O. ✻.
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✻).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN-) (G. O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) ✻.
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) ✻.

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Sir Richard) (O. ✻), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (Sir George-Biddell) ✻, à Greenwich.
TCHÉBICHEFF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève.
S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ✻), Empereur du Brésil.
THOMSON (Sir William) (C. ✻), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
KRONECKER (Léopold) ✻, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CLAUSIUS (Julius-Emmanuel-Rudolph) (O. ✻), à Bonn.
CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
BROCH (Ole-Jacob) (O. ✻), à Christiania.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
DAUSSE (Marie-François-Benjamin) ✻, à Grenoble.

Section III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Pulkova.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), ✻, à Marseille.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
DE LA RUE (Warren), (C. ✻), à Londres.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
WOLF (Rudolf), à Zurich.
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Versailles.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. ✻), à Stockholm.
IBAÑEZ DE IBERO (Général Charles) (G. O. ✻), à Madrid.
PISSIS (Pierre-Joseph-Aimé) ✻, à Santiago.
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), à Colmar.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ✻), à Berlin.
KIRCHHOFF (Gustave-Robert) (C. ✻), à Heidelberg.
JOULE (James-Prescott), à Manchester.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ✻), à Bordeaux.
TERQUEM (Alfred) ✻, à Lille.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✻, à Montpellier.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
CHANCEL (Gustave-Charles-Bonaventure) ✻, à Montpellier.
STAS (Jean-Servais) ✻, à Bruxelles.
REBOUL (Pierre-Edmond) ✻, à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
STUDER (Bernard) ✻, à Berne.
LORY (Charles) ✻, à Grenoble.
FAVRE (Jean-Alphonse), à Genève.
HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Oxford.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
PLANCHON (Jules-Émile) ✻, à Montpellier.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Comte DE) ✻, à Aix.
GRAY (Asa), à Cambridge (Massachussets).
CLOS (Dominique), à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARTINS (Charles-Fréderic) (O. ✻), à Montpellier.
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GASPARIN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) ✻, à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
CORVO (João DE ANDRADE) (G. C. ✻), à Lisbonne.
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN) (O. ✻), à Louvain.
SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest DE), à Munich.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ❋), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ❋), à Téhéran.
DONDERS (François-Corneille), à Utrecht.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.
HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.
PAGET (sir James), à Londres.
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

BECQUEREL.
FREMY.

Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1885.

(*Voir* à la page 16 de ce Volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JANVIER 1887,

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour 1887, lequel doit être choisi, cette année, dans l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Janssen obtient	44	suffrages
M. Phillips »	9	»
M. Lœwy »	3	»

Il y a deux bulletins blancs.

M. Janssen, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1887.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie, en 1887, de la Commission centrale administrative.

MM. **Fremy** et **Edm. Becquerel** réunissent la majorité des suffrages.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître l'état où se trouve l'impression des Recueils que l'Académie publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie pendant le cours de l'année.

M. l'Amiral **Jurien de la Gravière** donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1887.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome C (1er semestre 1885) et le Tome CI (2e semestre 1885) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1886 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLIII est réservé au Mémoire de M. Yvon Villarceau sur l'établissement des arches de pont. 35 feuilles sont tirées, 17 pour le texte et 18 pour les Tables. L'impression est momentanément suspendue.

Le Tome XLIV renferme trois Mémoires de M. Becquerel sur la température de l'air à la surface du sol et sous la terre, jusqu'à 36^m de profondeur. Ces trois Mémoires forment 15 feuilles tirées.

Viennent ensuite : le Mémoire de M. l'Amiral de Jonquières, intitulé : « Théorie élémentaire, d'après les méthodes de Poinsot, du mouvement de la toupie, etc., » qui forme 4 feuilles tirées, et le Mémoire de M. de Saint-

Venant « Sur la résistance des fluides », dont 19 placards sont bons à mettre en pages.

La composition continue.

Mémoires présentés par divers Savants. — Le Tome XXIX renferme trois Mémoires formant 58 feuilles tirées. Ces Mémoires sont ceux de MM. H.-J.-S. Smith et Minkowski, « Sur la représentation des nombres par des sommes de cinq carrés », et celui de M. Appell, intitulé : « Déblais et remblais des systèmes continus ou discontinus.

L'imprimerie a épuisé sa copie.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1886.

Membres décédés.

Section de Geométrie : M. **Laguerre**, décédé le 14 août.
Section de Mécanique : M. **de Saint-Venant**, décédé le 6 janvier.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Bert**, décédé le 11 novembre.
Secrétaire perpétuel : M. **Jamin**, décédé le 12 février.

Membres élus.

Section de Géométrie : M. **Halphen**, le 15 mars, en remplacement de M. Bouquet, décédé.

Section de Mécanique : M. **Boussinesq**, le 18 janvier, en remplacement de M. Rolland, décédé; M. **Deprez**, le 1er mars, en remplacement de M. Tresca, décédé; M. **Sarrau**, le 24 mai, en remplacement de M. de Saint-Venant, décédé.

Section de Physique : M. **Lippmann**, le 8 février, en remplacement de M. Desains, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Chauveau**, le 19 avril, en remplacement de M. Bouley, décédé.

Section de Botanique : M. **Bornet**, le 10 mai, en remplacement de M. Tulasne, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Brown-Séquard**, le 21 juin, en remplacement de M. Vulpian, élu Secrétaire perpétuel.

Secrétaire perpétuel : M. **Vulpian**, le 29 mars, en remplacement de M. Jamin, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Géométrie : M. **Laguerre**, décédé le 14 août.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Ch. Robin**, décédé le 6 octobre.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Bert**, décédé le 11 novembre.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1886.

Correspondants décédés.

Section d'Astronomie : M. **d'Oppolzer**, à Vienne, décédé le 26 décembre.
Section de Physique : M. **Lallemand**, à Poitiers, décédé le 16 mars.
Section de Minéralogie : M. **Abich**, à Vienne, décédé le 1er juillet.
Section d'Économie rurale : M. **de Vergnette-Lamotte**, à Beaune, décédé le 28 mai.

Correspondant élu membre titulaire.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Chauveau**, à Lyon, élu membre titulaire le 19 avril.

Correspondants élus.

Section de Géographie et Navigation : M. **Pissis**, à Santiago, le 16 juin, en remplacement de M. l'amiral Lutke, décédé.

Section de Physique : M. **Terquem**, à Lille, le 24 mai, en remplacement de M. Plateau, décédé; M. **Crova**, à Montpellier, le 31 mai, en remplacement de M. Lallemand, décédé.

Section de Chimie : M. **Reboul**, à Marseille, le 25 janvier, en remplacement de M. Bunsen, élu Associé étranger; M. **de Baeyer**, à Munich, le 3 mai, en remplacement de M. Dessaignes, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Roche**, à Montpellier, décédé le 18 avril 1883; M. **d'Oppolzer**, à Vienne, décédé le 26 décembre 1886.

Section de Géographie et Navigation : M. le général **Sabine**, à Londres, décédé le 26 juin 1883.

Section de Minéralogie : M. **Abich**, à Vienne, décédé le 1er juillet 1886.

Section de Botanique : M. **Boissier**, à Genève, décédé le 25 septembre 1885.

Section d'Économie rurale : M. **Reiset**, à Écorchebœuf, élu membre titulaire, le 22 décembre 1884; M. **de Vergnette-Lamotte**, à Beaune, décédé le 28 mai 1886.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Brandt**, à Saint-Pétersbourg, décédé le 15 juillet 1879; M. **Mulsant**, à Lyon, décédé le 4 novembre 1880; M. **Joly**, à Toulouse, décédé le 17 octobre 1885; M. **Carpenter**, à Londres, décédé le 10 novembre 1885.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Chauveau**, élu membre titulaire, le 19 avril 1886.

M. l'amiral **Jurien de la Gravière**, en quittant le Bureau, rend hommage à la confraternité académique qui dictait à M. Paul Bert les dernières lignes que sa main ait peut-être tracées (1).

Il remercie l'Académie de la bienveillance qui lui a valu l'honneur de présider une assemblée au sein de laquelle il se croyait à peine digne d'être admis.

« Vous comprendrez, Messieurs, ajoute M. le Président, que j'éprouve une certaine satisfaction à songer que j'ai réussi à conduire mon vaisseau à bon port. Vous me direz peut-être qu'avec les deux excellents pilotes que vous m'aviez donnés la chose n'était pas bien difficile. Je n'en disconviens pas. J'ai donc un double remerciement à vous adresser : Je vous remercie d'abord de m'avoir confié une tâche que je considère comme infiniment glorieuse. Je vous remercie ensuite de me l'avoir rendue aussi facile. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** transmet à l'Académie l'ampliation du Décret par lequel le Président de la Répu-

(1) *Voir* la lettre de M. P. Bert insérée à la Correspondance, p. 34.

blique approuve l'élection de M. *Sappey*, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. Henri-Milne Edwards.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Sappey prend place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE. — *Nouvelle méthode pour la détermination de la constante de l'aberration;* par M. Loewy.

« L'effet de l'aberration a été constaté pour la première fois, vers 1725, par Bradley, qui, en recherchant la parallaxe de l'étoile γ Dragon, découvrit des variations périodiques dans la distance zénithale qu'aucune cause physique connue jusqu'alors ne pouvait expliquer. Quelques années plus tard, cet illustre astronome eut encore le mérite de donner la raison de ce phénomène optique particulier, provoqué par le mouvement incessant de l'observateur. En effet, la vitesse avec laquelle la Terre circule autour du Soleil étant comparable à celle de la lumière, il en résulte pour l'œil un déplacement du faisceau lumineux émanant d'une étoile, et, dès lors, l'observateur ne perçoit plus l'astre à l'endroit que celui-ci occupe réellement dans l'espace, mais son image se trouve légèrement déviée dans le sens du mouvement du globe terrestre.

» L'étude de l'aberration est, à un double point de vue, d'une importance fondamentale en Astronomie : 1° pour reconnaître la véritable position d'un astre, il faut, et cela est d'une nécessité absolue, affranchir l'observation de l'erreur d'aberration; 2° la connaissance de la constante de l'aberration fournit un moyen très précieux de déduire la parallaxe solaire par une méthode différente de celle dont on fait ordinairement usage. Combiné avec la vitesse de la lumière, cet élément fournit le rapport qui existe entre le rayon équatorial de la Terre et le grand axe de l'orbite décrit autour du Soleil. Grâce aux déterminations si précises de la vitesse de la lumière, effectuées par MM. Fizeau, Foucault, Cornu, Michelson et Newcomb, la recherche de la parallaxe solaire par ce dernier procédé est devenue à notre époque, non pas seulement réalisable, mais d'une extrême importance. C'est en envisageant la question à ce point de vue que notre Confrère M. Faye, dans une séance du Bureau des Longitudes, a bien voulu attirer mon attention sur la solution de ce problème.

» Les neuf déterminations les plus récentes de la constante de l'aberration ont toutes été réalisées à Pulkova, au moyen de trois instruments : le cercle vertical, la lunette méridienne et l'instrument des passages au

premier vertical. M. Nyrén, qui a publié les dernières recherches sur cette matière, est arrivé à cette conclusion qu'aucune des méthodes mises en pratique ne peut fournir une valeur exempte d'erreur systématique.

» L'évaluation de la constante de l'aberration est en effet l'un des problèmes les plus complexes dont la solution s'impose à l'Astronomie de haute précision. On se trouve dans cette recherche en présence de toutes les erreurs possibles qui peuvent altérer une observation astronomique, telles que, par exemple, erreurs accidentelles des observations, erreurs accidentelles et systématiques des constantes instrumentales, erreurs des pendules ou de l'équation personnelle, auxquelles il faut encore ajouter les incertitudes tenant aux éléments de la réduction et provenant notamment de la précession et de la nutation, éléments dont la connaissance rigoureuse est nécessaire, on le comprend facilement, pour obtenir la quantité cherchée à 0″,01 ou 0″,02 près. Dans l'étude de l'aberration, interviennent enfin les parallaxes et les mouvements propres des étoiles utilisées, dont on ne connaît pas la valeur dans le plus grand nombre des cas; on est donc obligé de négliger le plus souvent l'influence de ces éléments. La nouvelle méthode, dont j'ai l'honneur de faire connaître le principe aujourd'hui, permet d'éviter toutes les difficultés que je viens d'indiquer. Elle est entièrement indépendante du cortège si varié des erreurs accidentelles et systématiques tenant à l'instrument; elle supprime l'effet de la précession et de la nutation et permet de tenir rigoureusement compte des mouvements propres des étoiles, sans qu'on soit obligé de se contenter de leurs valeurs approchées tirées des Catalogues; elle rend, en outre, insensible l'effet parallactique des étoiles et elle offre encore cet avantage d'éviter les nombreuses expériences nécessaires à la recherche des constantes instrumentales et rend superflue la grande quantité de calculs relatifs à la réduction, travaux supplémentaires qui sont bien plus considérables que le travail réclamé par les observations elles-mêmes. Ce procédé nouveau présente enfin, au point de vue de l'exécution pratique, une grande facilité de travail; les observations de jour, si difficiles à réaliser et qui sont indispensables dans l'ancienne méthode, peuvent être entièrement écartées. Au lieu de reposer, comme la méthode ordinaire, sur la comparaison des positions absolues des étoiles, ce qui fait naître tous les inconvénients signalés, la nouvelle méthode est fondée sur des mesures différentielles, c'est-à-dire sur des opérations qui permettent seules d'atteindre la plus haute précision. Son principe est basé sur l'observation de la distance de deux astres à l'aide d'un double miroir taillé sur un même bloc de verre et placé en avant de l'objectif. Au moyen des deux surfaces argentées, les images des deux astres appartenant à deux régions différentes

du ciel apparaissent, dans le champ de la lunette, à côté l'une de l'autre; on mesure ensuite leur faible distance angulaire dans une direction connue.

» Comme je l'ai démontré dans mes Communications précédentes sur la réfraction, la mesure ainsi effectuée est indépendante des petits déplacements du double miroir lui-même et des erreurs instrumentales qui n'interviennent même pas ici. Pour obtenir l'aberration, on est obligé naturellement d'observer le couple d'étoiles à des époques successives, et l'on compare ensuite les résultats deux à deux en se conformant, pour le choix des époques et pour leur combinaison, aux prescriptions de la théorie, qui seront exposées plus tard. On fait la première observation au moment où les deux astres se trouvent à une égale hauteur au-dessus de l'horizon, à la hauteur de 45° par exemple, et la seconde, ultérieurement, dans les mêmes conditions. La différence des mesures fera connaître une valeur multiple de l'aberration, indépendante des erreurs instrumentales. Mais il est encore évident que ni la précession, ni la nutation ne peuvent avoir d'influence sur l'observation ainsi exécutée; en effet, ni le faible balancement de l'axe du monde, ni les déplacements de l'écliptique de l'équateur ne peuvent intervenir dans la mesure de l'arc reliant les deux astres. L'évaluation de la distance présente en outre ce grand avantage, que l'action de l'aberration s'y accuse d'une manière beaucoup plus considérable que dans la méthode ordinaire. En utilisant un double miroir d'un angle de 45°, on obtient déjà, après trois mois, pour deux étoiles zodiacales, une variation dans la distance égale à deux fois la valeur de la constante de l'aberration et, après six mois environ, trois fois la valeur de cette même quantité. Avec un angle de prisme plus grand, on arriverait à des changements bien plus notables. Dans la méthode ordinaire, la différence maxima n'est que le double de la valeur de la constante.

» La méthode serait tout à fait rigoureuse si l'on pouvait considérer le miroir comme un compas constant et indépendant de la température. Bien que cette hypothèse soit presque certaine, on pourrait cependant la contester *a priori*, malgré la forme symétrique du double miroir; il faut donc indiquer un procédé qui permette de mesurer avec rigueur ce faible changement, s'il existe, ou bien faire connaître une méthode d'observation qui en soit exempte. Nous avons résolu le problème à ce double point de vue : il en résulte deux modes de détermination très précis, dont le second est théoriquement d'une rigueur absolue. Nous allons les exposer successivement.

» Je démontrerai ultérieurement qu'il existe un nombre infini de couples d'étoiles, pour lesquelles l'effet de l'aberration sur la distance reste nul pendant toute l'année; cette condition particulière arrivera toujours pour deux étoiles dont la latitude est la même et dont les longitudes dif-

fèrent de 180°. En observant n'importe quel couple semblable d'étoiles, chaque jour, à l'instant où les deux astres se trouvent à égale hauteur, on devra toujours trouver la même valeur pour la grandeur de l'arc ainsi mesuré; ni erreurs instrumentales, ni aberration, ni précession, ni nutation n'interviennent ici. La distance ne devrait par conséquent jamais varier. On aura ainsi la faculté de pouvoir constater et mesurer le faible changement de l'angle du miroir produit par la variation de la température.

» Le premier procédé d'observation consiste donc dans l'observation de deux couples d'étoiles dont l'un fournit déjà, au bout de deux ou trois mois, le double de la constante de l'aberration et l'autre, au contraire, complètement indépendant de l'aberration, fera connaître, pour en tenir compte, l'effet de la température sur le double miroir.

» La réfraction n'intervient pas ici avec sa valeur absolue; si l'état de l'atmosphère restait le même pendant toute la période trimestrielle considérée, la réfraction n'exercerait aucune influence; mais, comme cette condition ne se présente jamais, il faut appliquer à la mesure la correction provenant uniquement de la variation de la température et du baromètre. Cette correction ne dépasse pas la valeur de quelques secondes d'arc; car on observe les deux étoiles à toutes les époques, au moment où elles se trouvent à égale distance zénithale, c'est-à-dire à l'instant où l'action de la réfraction est un minimum. D'ailleurs, si pour cette rectification on ne veut pas faire usage des valeurs empruntées aux Tables de réfraction, on peut les obtenir directement par l'observation d'un de ces arcs mentionnés ci-dessus qui échappent à l'influence de l'aberration. Toutefois, ce mode d'opération ne peut être utilisé avec avantage que pour les lieux de la Terre situés sous une altitude numériquement plus forte que 20° environ.

» Avant d'exposer la méthode générale, qui, au point de vue théorique, possède une rigueur absolue, parce qu'elle ne nécessite l'application d'aucune correction, je veux encore indiquer un second procédé semblable au premier, mais applicable à tous les points du globe et dans lequel on déterminera, également à part, l'effet de la température pour en tenir compte; bien que moins rigoureux, je pense cependant que, dans la pratique, ces deux premiers procédés fourniront avec une haute exactitude des résultats ne différant pas de ceux obtenus par la méthode générale. A un autre point de vue, il est toujours utile et avantageux de déduire les éléments cherchés par des méthodes diverses. Ce second procédé est basé sur l'observation d'un seul couple d'étoiles placées dans le plan de l'écliptique ou dans son voisinage. On peut ici opérer de deux manières distinctes : 1° limiter la durée du travail à un intervalle d'environ trois mois, de manière à pouvoir éviter les observations du jour; 2° étendre la série des observations sur

une durée de six mois, et alors, dans ce cas, on évite la détermination d'une inconnue figurant dans les équations de condition.

» Soient p l'angle formé par le rayon visuel passant par le centre de l'arc des deux étoiles et la direction du mouvement de la Terre, θ la température, n la variation en bloc de la distance, produite par une différence de 1° de température, m la variation provoquée dans un jour par les mouvements propres de deux étoiles, α l'angle du double miroir, t le temps écoulé entre les deux observations conjuguées, γ la distance angulaire des deux étoiles dans le champ de la lunette, l la lecture faite à un moment donné, k la constante de l'aberration. On aura alors, comme nous le verrons plus tard, l'effet de l'aberration sur la distance, à un instant quelconque, par la formule $2k \sin\alpha \cos p$. En adoptant $\alpha = 45°$, angle qui conviendra le plus souvent, on aura $l = \gamma + \sqrt{2}\, k \cos p$ et, en observant aux époques où p oscille entre 45° et $180° - 45° = 135°$ (ce qui se passera dans un intervalle de trois mois huit jours; car l'angle p augmente, comme la longitude du Soleil, d'environ 1° par jour), on aura $l_1 = \gamma + \sqrt{2}k \cos p$, $l_2 = \gamma + \sqrt{2}k \cos p_1 + n\theta + mt$. En combinant, par exemple, deux à deux les équations correspondant à p et à $p_1 = 180° - p$, il résultera

$$(1)\ l_2 - l_1 = 2\sqrt{2}\,k \cos p + n\theta + mt, \qquad (2)\ l_2 + l_1 = 2\gamma + n\theta + mt;$$

le facteur $2\sqrt{2} \cos p$ variera de 1 à 2 pour toutes les valeurs de p comprises entre 45° et 69° 18′; les observations combinées faites dans les vingt-cinq premiers et vingt-cinq derniers jours de l'intervalle de trois mois et huit jours feront donc connaître k avec la plus grande exactitude au moyen de l'équation (1). Les deux facteurs n et m se déduiront avec la même précision, de l'ensemble des observations, à l'aide de l'équation (2), ainsi que la constante γ dont la détermination n'a aucune importance ici. En réalité, on pourrait toujours se contenter de la série d'observations trimestrielles qui fournit toutes les données nécessaires à l'évaluation rigoureuse des inconnues k, m, n. En faisant usage de ce procédé, il est même permis d'emprunter aux catalogues, et cela sans inconvénient, les mouvements propres des étoiles dont le rôle est tout à fait secondaire, leurs valeurs n'intervenant en moyenne que pour une durée de six semaines, moitié de l'intervalle de toute la période d'observations. Mais, si l'on veut appliquer à la méthode toute la rigueur dont elle est susceptible, on peut éviter la détermination de la constante γ. Pour atteindre ce but, on observera pendant trois mois, dans la période qui suit ou précède, celle que nous venons de considérer, et, dans ces conditions, la valeur de p oscillera entre $\pm 45°$, et l'on aura ainsi $l_1 = \gamma + \sqrt{2}k \cos p$, $l_2 = \gamma + \sqrt{2}k \cos p_1 + n\theta + mt$. En combinant les

mesures relatives à p avec celles pour lesquelles p_1 est environ $-p$, on aura à peu près $l_2 - l = n\theta + mt$. En opérant de cette manière, on reconnaît donc que les équations, fournissant les inconnues m et n, ne renferment plus γ.

» Il est important de faire remarquer qu'on peut même rendre les opérations complètement indépendantes de la vis micrométrique. En effet, en choisissant un couple d'étoiles placées dans l'équateur, la trace du plan de réflexion coïncide avec la direction du mouvement diurne, et, dans ce cas, la distance peut être également mesurée par les passages aux fils horaires.

» Comme on le voit, dans les deux cas considérés, on évalue directement la variation de la réfraction pour la région du ciel à laquelle se rapportent les observations, et cette condition exclut l'existence de la plus faible source imaginable d'erreurs systématiques.

» Voici maintenant le principe de la méthode générale dans laquelle ni la variation ni la réfraction ni la dilatation du miroir n'interviennent. On détermine aux diverses époques, par exemple de mois en mois, l'heure sidérale t à laquelle la direction du mouvement de la Terre se trouve comprise dans le plan de l'horizon. En suivant les règles fournies pour la théorie que j'exposerai prochainement, on peut calculer les coordonnées des deux couples d'étoiles, de telle manière : 1° qu'à un même instant physique et précisément à l'heure sidérale t les quatre astres se trouvent à la même distance zénithale, et 2° qu'un même cercle de hauteur renferme la direction du mouvement de la Terre et les médianes des deux couples.

» En vertu des conditions géométriques sur lesquelles est basé le calcul des coordonnées des quatre étoiles, comme cela sera prouvé plus tard, en commençant la mesure à une époque fixée d'avance, il arrivera : 1° que les facteurs $\cos p$ et $\cos p_1$ auront des signes contraires pendant la première moitié de la période trimestrielle considérée, et 2° que, dans la seconde moitié, p prendra successivement les valeurs de p_1, et réciproquement. On aura, dans ce cas, au moment de la mesure initiale, $l_1 = \gamma + 2k\cos p$, $l_2 = \gamma_1 + 2k\cos p_1$ et, à la seconde époque, à un certain instant,

$$l_3 = \gamma + 2k\cos p_1 + dr + mt, \qquad l_4 = \gamma_1 + 2k\cos p + dr + m_1 t,$$

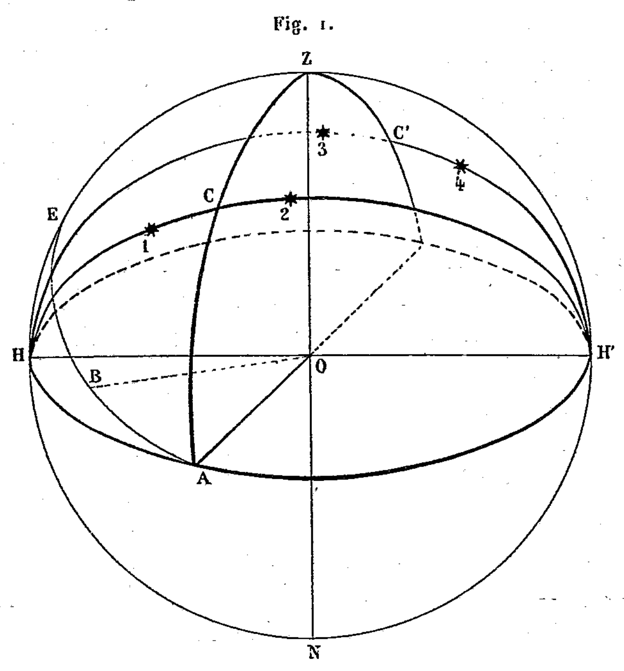
en désignant par m et m_1 l'effet des mouvements propres et par dr la variation en bloc de la distance produite par la température, par le baromètre et par la dilatation du miroir. Comme il est facile de le comprendre, la valeur de dr est identique pour les deux couples d'étoiles, puisqu'on les observe avec le même miroir, à la même hauteur et au même instant. Il en résulte successivement

$$l_1 - l_3 = 2k(\cos p - \cos p_1) - dr - mt = 2k\cos\xi - dr - mt,$$

$$l_4 - l_2 = 2k(\cos p - \cos p_1) + dr + m_1 t = 2k\cos\mathcal{L} + dr + m_1 t,$$
$$l_1 + l_3 = 2\gamma + 2k(\cos p + \cos p_1) + dr + mt,$$
$$l_2 + l_4 = 2\gamma_1 + 2k(\cos p + \cos p_1) + dr + m_1 t,$$
$$\text{(I)} \qquad (l_1 - l_3) + (l_4 - l_2) = 4k\cos\mathcal{L} + t(m_1 - m),$$
$$\text{(II)} \qquad (l_1 + l_3) - (l_2 + l_4) = 2(\gamma - \gamma_1) + t(m - m_1).$$

» $\mathcal{L}$ étant la différence entre la longitude de la direction du mouvement à l'heure initiale t et la longitude de la direction du mouvement à l'époque où l'on observe, le facteur $(\cos p - \cos p_1)$ est alors égal à $\cos\mathcal{L}$, comme je l'établirai plus tard. On peut se rendre compte par l'inspection de la *fig.* 1 des conditions dans lesquelles s'effectue l'observation; on y trouve respec-

Fig. 1.



tivement représenté par O l'observateur, par HAH' l'horizon, par OA la direction du mouvement de la Terre à l'époque initiale t, par OB cette direction à l'instant de l'observation, par BOC $= p$, par BOC' $= p'$, et enfin par $O\star_1$, $O\star_2$, $O\star_3$, $O\star_4$ les directions des quatre rayons visuels.

» $\mathcal{L}$ augmentera donc d'un degré par jour, comme la longitude du Soleil; $4\cos\mathcal{L}$ variera donc, dans six mois, de 0 à 4 et dans trois mois de 0 à 3, en commençant au moment où $\mathcal{L} = 41°,5$. Les observations, combinées pendant les premiers et derniers vingt-cinq jours de l'intervalle trimestriel, fourniront ainsi, pour le coefficient de k, une valeur plus forte que l'unité, comprise entre 1 et 3 et, en moyenne, égale à 2.

» L'équation (I) permettra ainsi de déterminer avec une rigueur absolue

la valeur de l'inconnue : ni réfraction, ni erreurs instrumentales, ni précession, ni nutation, ni dilatation du miroir n'exercent, en effet, d'influence dans ces conditions. La quantité $\gamma - \gamma_1$ resterait toujours la même, si les mouvements propres n'existaient pas; leur effet combiné, tel qu'il figure dans l'équation (I), peut donc être déterminé avec précision à l'aide de l'équation (II). Mais, si, au point de vue des mouvements propres, on veut faire preuve d'une rigueur absolue, on peut déduire l'effet de ces quantités par une méthode différente. Pour atteindre ce but, on observe dans la période trimestrielle qui précède ou suit celle que l'on considère et pendant laquelle la valeur de $\mathfrak{L}$ oscillera entre 0° et ± 45°. En combinant les mesures deux à deux relatives à $+\mathfrak{L}$ et à $-\mathfrak{L}$, l'équation (I) deviendra indépendante de k, et l'on aura ainsi $(l_1 - l_3) + (l_4 - l_2) = - t(m - m_1)$. On conclut donc ainsi le coefficient $m - m_1$ indépendamment de la constante $(\gamma - \gamma_1)$. Voici, en résumé, l'esprit de la nouvelle méthode.

» On choisit deux couples d'étoiles de telle manière que d'une part les quatre étoiles se trouvent à un moment donné simultanément à la même distance zénithale, et, d'autre part, que l'effet de l'aberration soit notable sur les deux distances γ et γ_1 et de signes contraires. On peut alors comparer, au même instant physique, les deux grands arcs formés respectivement par deux couples; on aura dès lors, à la première période, $l_1 = \gamma_1 - \gamma + ck$, c étant un coefficient d'une valeur numérique notable, à la seconde époque, on obtiendra $l_2 = \gamma_1 - \gamma - ck + t(m_1 - m)$ et, par suite, il résultera

$$(l_1 - l_2) = 2ck - t(m - m_1), \qquad l' + l_2 = 2(\gamma - \gamma_1) + t(m_1 - m).$$

» La comparaison entre γ_1 et γ ayant lieu au même instant, c'est-à-dire dans les mêmes conditions physiques, comme il est facile de s'en rendre compte maintenant, le résultat ainsi acquis est absolument indépendant de la température, du baromètre et de la dilatation du miroir. La correction pour les mouvements propres résulte des équations relatives à $l' + l''$.

» Il reste encore à examiner le problème au point de vue des parallaxes. D'après tout ce qui précède, les opérations se font toujours à l'époque où l'influence de la réfraction sur l'arc mesuré est un minimum, circonstance très favorable à deux points de vue différents.

» 1° En commençant les mesures une demi-heure avant et en les terminant une demi-heure après l'instant d'égale hauteur, la variation de la distance provoquée par la réfraction ne dépassera pas en moyenne 0″,5, si les quatre étoiles sont à 45° de hauteur, et 1″,5 si leur distance zénithale est 60°. Ces faibles corrections peuvent alors être empruntées avec une entière confiance aux Tables de réfraction, et ainsi, au lieu d'être astreint,

comme dans la méthode ordinaire, à observer les étoiles à un instant donné, on aura le plus souvent la facilité de pouvoir consacrer une heure à une heure et demie à l'exécution du travail.

» 2° Le laps de temps rendu par là disponible dans chaque soirée peut encore être utilisé dans un autre ordre d'idées. En effet, on ne pointera pas les deux astres d'une manière continue pendant une heure ou une heure et demie; mais il sera préférable de comparer deux à deux les diverses faibles étoiles qui accompagnent respectivement les deux astres principaux. En agissant ainsi, on exécute, en réalité, les opérations qui permettent d'évaluer l'effet parallactique des astres principaux. D'ailleurs, dans cette méthode, la parallaxe des étoiles utilisées est peu sensible, puisqu'elle ne peut se manifester qu'avec le quart environ de sa valeur.

» Voici maintenant le résumé général des opérations à exécuter :

» Le moment sidéral t, pour lequel la tangente à l'orbite terrestre est comprise dans le plan de l'horizon, parcourra successivement, dans le courant d'une année, de quatre minutes en quatre minutes environ, le tour entier du cadran de la pendule. On peut donc déterminer, pour une de ces époques t, la longitude de la direction horizontale du mouvement terrestre. Au moyen de vingt-quatre longitudes ainsi choisies et relatives, par exemple, aux 24^h successives du temps sidéral, on calculera les coordonnées des étoiles d'après les indications antérieurement fournies et par des formules qui seront ultérieurement publiées. A l'aide des Catalogues, on reconnaîtra les belles étoiles réalisant les conditions voulues. En procédant à ce travail, on verra alors paraître, au-dessus de l'horizon et d'heure en heure, quatre étoiles à égale hauteur, et l'observation de chaque groupe des quatre astres, uniquement faite dans la soirée et poursuivie seulement durant trois mois environ, fournira toute une série de déterminations de l'inconnue. De l'ensemble des mesures ainsi réalisées pendant toute l'année, on déduira vingt-quatre valeurs de la constante de l'aberration, indépendantes de toute erreur instrumentale, de la dilatation du miroir, de la réfraction, de la précession et de la nutation. Les mouvements propres et les parallaxes, qui n'interviennent que pour une durée de six semaines, peuvent être évalués rigoureusement ou être négligés sans inconvénient.

» En dernière analyse, on évalue ainsi directement le phénomène de l'aberration lui-même, sans l'emploi d'une constante physique quelconque. Aucune opération astronomique ne peut donner plus de précision que celle que procure la comparaison de deux belles étoiles voisines, mesurées dans le champ d'un équatorial. Tel est le procédé, grâce auquel on obtient, basée sur une centaine de pointés, chaque valeur individuelle de l'aberration. »

BOTANIQUE. — *Des rapports des laticifères avec le système fibrovasculaire et de l'appareil aquifère des* Calophyllum *de M.* J. Vesque; par M. **A. Trécul.**

« J'ai annoncé, il y a bien longtemps déjà, qu'il existe entre les laticifères et les vaisseaux proprement dits ou les divers éléments du système fibrovasculaire, non seulement des points de contact fréquents et d'aspects très variés dans un assez grand nombre de plantes, mais encore des communications par des ouvertures à travers les membranes dans quelques végétaux [*Centropogon surinamensis, Lobelia laxiflora* (*Comptes rendus,* t. LX, p. 80)]. Les contacts avec les vaisseaux proprement dits sont souvent très étendus, des laticifères pouvant être couchés à la surface des vaisseaux spiraux, rayés ou ponctués sur des espaces plus ou moins considérables. Dans certains cas, le contact a lieu par l'extrémité de courtes branches, qui parfois se dilatent un peu à la jonction des deux organes. Fréquemment les laticifères, passant de l'écorce dans la moelle en suivant les rayons médullaires, peuvent se trouver contigus aux vaisseaux et aux fibres ligneuses limitrophes. Ils se bifurquent quelquefois, chemin faisant : une branche va dans la moelle, tandis que l'autre s'étend verticalement dans le corps fibrovasculaire. Un laticifère d'*Euphorbia orientalis* me donna une fois, dans un rayon médullaire, cinq rameaux, dont je ne puis décrire ici la marche. D'autres fois, des laticifères, entrés directement de l'écorce dans le bois, peuvent aussi s'y ramifier. Une coupe radiale de l'*Isotoma longiflora* m'a présenté, sur un espace d'environ un tiers de millimètre, onze branches de trois laticifères partis de l'écorce. Toutes étaient anastomosées entre elles et aucune n'atteignait la moelle. Les trois plus longues de ces branches aboutissaient à un vaisseau ponctué. J'ai trouvé un laticifère de la tige de l'*Euphorbia sylvatica* qui, dans la même coupe radiale à travers le corps ligneux, décrivait sept sinuosités superposées simulant une hélice comprimée. Assez fréquent dans certaines Euphorbes [*E. splendens, orientalis, pilosa, palustris, Esula* (*Comptes rendus,* t. LI, p. 872)], un laticifère passant horizontalement de l'écorce dans le bois s'y enfonce plus ou moins profondément, fait une courbe, monte jusqu'à une certaine hauteur, se courbe de nouveau et revient à l'écorce. Dans ces cas, le laticifère peut présenter trois états différents : 1° il peut conserver le diamètre qu'il a dans l'écorce; 2° il peut s'y dilater de façon que la partie la plus large occupe le milieu de la courbe; 3° au contraire, en parcourant un rayon médullaire, le laticifère peut se

contracter fortement dans la région moyenne et se vider complètement dans cette partie.

» Quand un laticifère traverse le corps fibrovasculaire (*Euphorbia*, *Lobéliacées*, que j'ai citées ailleurs), un fait, bien digne de fixer l'attention des physiologistes, s'est souvent présenté : c'est que les cellules des rayons médullaires, les fibres ligneuses et quelquefois les vaisseaux avec lesquels il était en contact s'inclinaient à sa surface, de l'extérieur vers l'intérieur. Si les fibres ligneuses le touchaient par une extrémité, celle-ci était comme attirée vers la moelle, et parfois la partie inférieure des fibres était couchée sur le laticifère (*Comptes rendus*, t. LX, p. 79 et 80). Dans quelques cas, les fibres ligneuses le touchant par leur région moyenne étaient plus ou moins courbées en arc, dont la convexité était tournée vers le centre de la tige. Quand on a affaire à l'un de ces laticifères décrivant dans le bois une courbe en fer à cheval, par exemple, les deux extrémités se prolongeant dans l'écorce, l'une dirigée par en bas, l'autre par en haut, on peut trouver que, sur les deux branches plongées dans le corps ligneux, les cellules élémentaires du bois (celles des rayons médullaires ou les fibres ligneuses) sont inclinées dans le même sens, au-dessus et au-dessous de chaque branche du fer à cheval, c'est-à-dire que la pointe contiguë au laticifère est dirigée vers la moelle.

» D'après ces divers faits, il semble bien évident qu'il y a dans le laticifère une force qui entraîne les cellules dans cette direction. Si c'est un courant du suc laiteux qui entraîne ainsi les éléments du bois, le courant des deux branches converge donc vers le milieu de la courbe, vers le milieu du fer à cheval. Pour qu'il y ait un tel afflux du latex assez continu pour agir sur les éléments du bois, il faut donc que ces éléments (cellules, fibres ou vaisseaux) absorbent, aspirent ce suc ou ses parties constituantes.

» Ne peut-on pas admettre que, si l'absorption est moins forte que l'afflux, il puisse y avoir dilatation du laticifère, au moins dans la jeunesse (ce cas paraît rare); que si les deux forces sont égales, le laticifère conserve le même diamètre partout; que si la succion est plus forte que l'afflux, le laticifère se contracte et se vide, comme dans les cas cités plus haut? Je dois dire que je n'ai vu le laticifère se vider que lorsqu'il allait de l'écorce à la moelle; mais ce cas est assez fréquent. L'épuisement va même jusqu'à la résorption de la membrane sans autre cause apparente.

» D'autre part, il est incontestable que le latex peut contenir abondamment des matières nutritives. Dans certaines plantes, il est riche en substances amyloïdes [*Nerium Oleander*, *Cerbera Manghas*, etc. (*Comptes rendus*,

t. LXI, p. 157)] et même amylacées (*Euphorbia*). De plus, j'ai souvent constaté que certains laticifères et autres vaisseaux propres, que je n'ai jamais vus en contact avec le système fibrovasculaire, se vident dans un âge avancé et disparaissent entièrement, en cédant leur contenu aux tissus environnants, sans que l'on voie comment est faite l'absorption. La membrane même peut être résorbée. Les Convolvulacées sont dans ce cas (*Batatas* et toutes celles que j'ai étudiées). Les laticifères du *Macleya cordata* perdent également leur latex, du bas en haut de la tige aérienne. Plus tard, leur membrane s'épaissit à la manière des fibres du liber. De longues séries de cellules à contenu gommeux ou gommo-résineux se résolvent en un canal anguleux plein de ce suc qui, postérieurement, disparaît tout à fait, comme les laticifères des Convolvulacées [*Balantium antarcticum*, *Alsophila aculeata* (*Comptes rendus*, t. LXXII, p. 647)]. Tous ces organes ont pris aux tissus environnants les éléments de leur suc; ils les ont élaborés et rendus ensuite à la circulation. En cela, tous ne ressemblent-ils pas par un certain côté aux vaisseaux lymphatiques des animaux?

» Les laticifères pourvus d'une membrane ne sont pas les seuls qui arrivent au contact des vaisseaux proprement dits ou qui pénètrent dans l'intérieur du corps ligneux.

» Le *Rhus viminalis* m'a montré des vaisseaux propres, de ceux qui sont dits *canaux sécréteurs*, passant de l'écorce dans le bois. On en trouve de verticaux dans l'écorce qui, se courbant à angle droit, pénètrent dans le corps ligneux, en suivant les rayons médullaires. D'autres fois, un tel vaisseau propre, qui est vertical dans l'écorce, émet latéralement, à angle droit, une branche parfois plus large que lui, qui entre dans le bois. Il est bien remarquable que ces vaisseaux propres, dont il y a quelquefois deux dans un même rayon médullaire, ne communiquent pas avec la moelle. Ils ne peuvent avoir pour objet que de mettre ceux de l'écorce en rapport avec le système fibrovasculaire. Ces singuliers canaux transverses ne paraissent pas exister dans le bois des rameaux d'un an ou de deux ans. Je ne les ai vus apparaître que dans les rameaux de troisième année, et ils sont plus nombreux dans les branches de quatre et de cinq ans (*Comptes rendus*, 1867, t. LXV, p. 22).

» Les canaux à latex blanc de lait des feuilles des *Calophyllum Calaba* et *Tacamahaca* sont aussi en relation avec le système fibrovasculaire. J'ai décrit en 1865 (*Comptes rendus*, t. LX, p. 81) ceux du *Calophyllum Calaba*. Après avoir parlé des laticifères pourvus d'une membrane, j'ajoute :

» De semblables rapports paraissent exister aussi pour certains canaux du suc laiteux dépourvus de membrane propre, tels qu'en possèdent un grand nombre de plantes.

C'est au moins ce que porte à croire l'observation suivante. Comme celles de beaucoup de Guttifères, la feuille du *Calophyllum Calaba* a les nervures secondaires très nombreuses, très rapprochées les unes des autres et non saillantes. Vers le milieu de l'intervalle parenchymateux qui sépare deux nervures, est un large canal à suc laiteux, bordé de cellules étroites et oblongues, suivant la structure ordinaire à ces canaux; mais il y a en outre, de chaque côté de chacun de ces laticifères, dans toute leur longueur, *un faisceau trachéen qui s'étale même quelquefois sur une grande partie de leur pourtour*. Ce faisceau, composé d'éléments déroulables, *est relié de distance en distance avec les nervures secondaires par des fascicules de trachées semblables*, qui peuvent envoyer aussi des ramifications pour s'unir les uns aux autres. Cette structure frappe tout d'abord par sa singularité; mais elle mérite encore considération par cela que bon nombre de ces trachées sont pleines d'une matière brune qui rappelle le latex vu sous le microscope. Il y aurait à décider si cette substance est empruntée au latex, ou si elle lui est apportée. Si elle est prise au latex, elle a subi déjà une élaboration dans ces vaisseaux spiraux, attendu qu'elle n'est pas aussi soluble que lui dans l'alcool. »

» Il existe, en outre, au bord de la feuille, dans le groupe de cellules à parois épaisses qui occupe ce bord, un canal plein de latex. Il est à côté de la nervure marginale, un peu plus rapproché qu'elle du bord. Il n'a pas été vu par M. Vesque, dont je vais parler.

» Ce botaniste vient de confirmer les résultats anatomiques que j'ai décrits en 1865, dans sa Note du 13 décembre dernier, intitulée : *Sur l'appareil aquifère des Calophyllum* (*Comptes rendus*, 1886, t. CIII, p. 1203). Il a vu, comme moi, des vaisseaux spiraux déroulables (dits par lui *trachéides*), appliqués à la surface des canaux sécréteurs ou laticifères, interposés aux nervures secondaires, au milieu du parenchyme qui sépare ces nervures parallèles. Ces trachéides sont étendues sur les côtés de ces canaux sous la forme de faisceaux, ou étalées sur eux de manière à présenter, sur la coupe transversale, la forme d'un arc de une à quatre assises. Ces canaux sécréteurs sont donc embrassés en grande partie par des trachéides déroulables. C'est là ce que M. Vesque appelle *appareil aquifère*. Mais ce n'est pas tout. Ces trachéides, qui sont intimement appliquées à la surface des canaux sécréteurs, *communiquent avec* les nervures secondaires par des fascicules composés de trachéides étroites et de quelques fibres, de même nature que celles qui sont au contact des canaux sécréteurs ou laticifères. Cet appareil, dit M. Vesque, ne fait défaut à aucun *Calophyllum*. On voit que ses observations concordent entièrement, pour la disposition générale, avec celles que j'ai publiées en 1865 sur le *Calophyllum Calaba*. J'ai vérifié dernièrement mes observations sur cette espèce et sur le *C. Tacamahaca*, qui vit aussi au Muséum.

» Maintenant, quel rôle physiologique doit-on attribuer à ces éléments

anatomiques ainsi disposés? Voilà sur quoi M. Vesque et moi nous différons d'opinion. Il semble n'être pas venu à l'esprit de ce botaniste, qui ne paraît pas avoir connu mon travail, qu'un rapport physiologique puisse exister entre ces canaux pleins de latex et les vaisseaux spiralés, ou trachéides, si intimement appliqués contre eux. Il ne dit absolument rien à cet égard. Il ne voit dans ces trachéides que des appareils *évidemment destinés à emmagasiner de l'eau.* Ce sont des réservoirs dont la disposition serait peut-être, dit l'auteur, motivée *par la nervation si particulière de ces plantes.* Cette supposition n'explique assurément rien.

» Par ces mots *réservoirs à eau, appareil aquifère,* le lecteur qui ne serait pas très attentif pourrait croire qu'il y a là une cavité spéciale, limitée par ces trachéides, dans laquelle l'eau s'accumulerait. Il n'en est rien. Les réservoirs qui emmagasinent l'eau sont chacune de ces trachéides, qui sont larges, suivant M. Vesque, et en contact avec les canaux sécréteurs. Cet observateur dit, en effet :

» L'appareil aquifère très particulier de ces plantes ... consiste essentiellement en de larges trachéides spiralées et déroulables, terminées obliquement en pointe, qui se groupent en nombre variable suivant un arc de 1-4 assises, embrassant la partie inférieure et les côtés du canal sécréteur. Plus rarement elles sont toutes réunies en un fascicule entièrement situé au-dessous de la glande (*C. trapezifolium*, *C. Twaitesii*); plus rarement encore sur les côtés et au-dessus (*C. pseudotacamahaca*) de manière à enfermer la partie supérieure.

» Les réservoirs à eau ne sont donc que les cellules spiralées elles-mêmes.

» Mais, est-ce bien de l'eau que renferment ces trachéides spiralées? Ce ne peut être assurément de l'eau proprement dite. C'est un suc de teinte faiblement brunâtre, qui se rapproche de celle du latex vu par transmission. Il communique cette teinte aux membranes des trachéides et parfois aux cellules fibreuses qui les accompagnent. Les éléments spiralés des fascicules transverses ont aussi la même coloration. En arrivant au contact des nervures secondaires, les vaisseaux spiraux de ces fascicules sont mis en relation avec les petits vaisseaux de celles-ci, qui prennent souvent la même teinte, ainsi que les cellules fibreuses qui les avoisinent.

» D'autre part, ces vaisseaux ordinairement spiraux, très rarement ponctués, qui constitueraient ces appareils aquifères, sont toujours très étroits dans les deux espèces vivantes que j'ai étudiées (*C. Calaba, C. Tacamahaca*); ils ont au plus deux centièmes de millimètre de diamètre et plus souvent moins. Leur petite dimension n'engage point à les considérer comme des réservoirs, où puissent s'emmagasiner des réserves d'eau. A quoi pourrait

servir un tel magasin d'eau? N'est-il pas bien plus vraisemblable que, si ces vaisseaux spiraux, ou ces trachéides si l'on aime mieux ce mot, enserrent si étroitement les canaux du latex, c'est qu'ils leur apportent ou qu'ils en reçoivent quelque chose. A mon avis, c'est le latex qui leur fournit des éléments nutritifs, qu'ils cèdent aux fascicules transverses, et que ceux-ci versent dans les nervures secondaires. Ils m'apparaissent comme des organes d'élaboration qui, ainsi que d'autres laticifères, versent leurs produits dans la circulation générale, ou les cèdent aux tissus environnants. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations actinométriques faites en 1886 à l'observatoire de Montpellier.* Note de M. **A. Crova.**

« Ces observations ont été faites à midi, au moyen de mon actinomètre, par M. Houdaille; le nombre en a été augmenté cette année, en faisant usage des courbes photographiées de mon enregistreur actinométrique ([1]).

» Nous avons obtenu, dans le courant de l'année 1886, 230 courbes, dont la discussion sera l'objet d'un travail spécial; des etalonnages fréquents, faits au moyen de mon actinomètre, m'ont permis de déterminer les valeurs absolues des ordonnées de midi, les jours où les courbes ont été assez régulières pour le permettre.

» Nous mettons, en regard des observations actinométriques, celles du nombre d'heures d'insolation, relevées au moyen de l'héliographe de Campbell.

» La comparaison de ces observations avec celles des années 1883, 1884 et 1885 ([2]) confirme mes conclusions antérieures, sur les variations annuelles de l'intensité calorifique des radiations solaires.

Intensités calorifiques.

	Moyennes mensuelles.			Moyennes des saisons.	Maxima.
	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal
Hiver........	1,00	1,05	0,98	1,01	1,11 le 20 janvier.
Printemps....	1,06	1,13	1,15	1,11	1,27 le 16 avril.
Été..........	1,06	1,07	1,00	1,04	1,30 le 18 juin.
Automne	0,93	0,92	1,15	1,00	1,34 le 29 novembre.

	Années			
	1883.	1884.	1885.	1886.
Intensités moyennes........	1,145	1,025	0,963	1,040

([1]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 418.

([2]) *Ibid.*, t. XCVIII, p. 387; t. C, p. 906; t. CII, p. 511.

Heures d'insolation.

	Totaux des mois.			Totaux des saisons.
	h m	h m	h m	h m
Hiver...........	104.31	131.30	133.28	369.29
Printemps......	114.31	145.53	256.30	516.54
Été.............	270. 8	321.50	303.47	995.45
Automne........	244.52	132.42	127.42	505.16

Année....... $2387^{h}24^{m}$ { au lieu de 4380, si le Soleil avait brillé constamment.

» 1° L'intensité calorifique, relativement faible en hiver, augmente au printemps jusqu'au commencement de juin; elle atteint un premier maximum de $1^{cal},27$ le 15 avril, et un second égal à $1^{cal},30$ le 18 juin, puis elle diminue rapidement et, pendant l'été, a une valeur moyenne peu différente de celle qu'elle avait en hiver.

» 2° L'intensité, faible en été, diminue encore au commencement de l'automne, qui a été très pluvieux cette année, puis s'élève rapidement dans la seconde quinzaine du mois de novembre où elle atteint le plus fort maximum de l'année, qui est de $1^{cal},34$ le 30 novembre.

» Nous constatons une fois de plus l'existence de deux maxima principaux, au printemps et en automne, séparés par des minima qui arrivent en hiver et en été; les dates seules des maxima et des minima varient avec les conditions de l'année.

» En résumé, l'année 1886 a présenté un nombre d'heures d'insolation supérieur à celui des années 1884 et 1885, et voisin de celui de l'année 1883; ce nombre est les 0,545 de celui qui aurait été obtenu par un ciel constamment pur.

» L'intensité calorifique moyenne a été aussi supérieure à celles des années 1884 et 1885, et voisine de celle de l'année 1883; elle a présenté les deux maxima et les deux minima annuels que j'avais déjà signalés précédemment; les époques de ces maxima ont été en retard sur celles des années précédentes; le second, en particulier, s'est produit vers la fin de novembre, après les premières gelées, et sa date a été retardée par les pluies abondantes qui ont eu lieu pendant le mois d'octobre, et se sont prolongées jusqu'au milieu du mois de novembre. »

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Oppolzer*, Correspondant de la Section d'Astronomie, décédé à Vienne le 26 décembre 1886.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ad. Lipczynski** adresse, de Lemberg, un Mémoire relatif à l'écoulement de l'eau par les déversoirs, les orifices noyés et les rivières.

(Commissaires : MM. Phillips, Maurice Lévy.)

M. C. **Fenner** adresse, de Magdebourg, une Note relative au traitement du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **Bertrand** donne lecture de la Lettre suivante, que M. *Paul Bert*, bien peu de jours avant sa mort, adressait à M. Marcel Deprez :

« Hanoï, 18 octobre 1886.

» Mon cher Confrère,

» Vous savez combien je suis heureux de vous donner ce titre, et d'avoir voté pour vous bien avant le scrutin qui vous a finalement rendu justice.

» Je viens demander le *paiement* en service d'État.

» Notre ville d'Hanoï est baignée par un puissant fleuve de 800^m de large, aux eaux profondes (de 3^m à 10^m, suivant l'époque) et rapides. Elle est, d'autre part, en pleines ténèbres, ses 30^{ha} de surface (maximum de distance du fleuve 1^{km}) étant impraticables la nuit.

» Je fais éclairer au pétrole ; mais c'est un procédé sauvage. Le gaz est trop cher, et puis c'est un moribond.

» Je vous demande conseil. Peut-on utiliser le fleuve pour produire la lumière ? Les dépenses seraient-elles énormes ?

» Songez ; si nous réussissions, nous serions en avance sur l'Angleterre et même — le Japon !

» Répondez-moi vite, mes jours sont comptés — et merci.

» A vous,

» Paul Bert. »

Sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide que cette Lettre sera déposée dans les Archives. M. Marcel Deprez veut bien en faire hommage à l'Académie.

MM. **H. Van Heurck**, **A. Peragallo**, **de Bernardières**, **Ph. Hatt**, **R. Radau**, **A. Ollivier**, **Th. Moureaux**, **Valson**, **C. Rozé**, **E. Picard**, **Gréhant**, **Oechsner de Coninck**, **W. Kilian**, **E. Goursat**, **A. Michel Lévy**, **Hyades**, **J. Bergeron**, **Furtado-Heine**, **Appert** frères, **C. Cadéac** et **J. Malet**, **Louis de Bussy**, **A. Roux**, **Dejerine**, **C. Souillart**, **Guérard** adressent des remerciements à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la séance publique de 1886.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois Volumes de M. *Jaccoud*, contenant ses Leçons de Clinique médicale à l'hôpital de la Pitié, pendant les années 1883-84, 1884-85 et 1885-86.

2° Un Mémoire sur l'assainissement de Berlin, par MM. *Alf. Durand-Claye* et *Albert Petsche*. (Présenté par M. de Freycinet.)

3° Un Volume de Mme *Huguette*, intitulé « Nos Fleurs; petites causeries botaniques ».

M. **Bertrand** présente à l'Académie, au nom de M. le prince *Boncompagni*, le numéro de février du tome XIX du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*.

Ce numéro contient un article de M. *A. Genocchi*, intitulé « Brevi cenni della vita dell' ingegnere Savino Realis », et une Note de M. *P. Riccardi*, intitulée « Per una completa collezione delle opere matematiche di Lorenzo Macheroni ».

ASTRONOMIE. — *Sur la nutation diurne du globe terrestre.* Note de M. **Folie**, présentée par M. Faye.

« L'existence de la nutation diurne entraîne des conséquences importantes pour la Géologie, l'Astronomie et la Géodésie.

» Elle démontre d'une manière indubitable la fluidité intérieure du globe; car elle ne peut se concilier qu'avec l'existence d'une croûte solide relativement mince, et dont le mouvement est plus ou moins indépendant de celui d'un noyau sphéroïdal qui est fluide, au moins sous une certaine épaisseur à partir de la croûte.

» Si je détermine en effet le coefficient K de la nutation diurne, dont l'expression est $-\frac{3}{4}\frac{m_1^2}{n}\left(\frac{C-A}{B}-\frac{C-B}{A}\right)$, au moyen des valeurs des rapports $\frac{C}{B}$ et $\frac{C}{A}$ déduits des constantes de la précession et de la nutation, valeurs qui sont relatives au sphéroïde terrestre tout entier, je le trouve égal à 0″,0023 seulement, tandis que les meilleures observations assignent une valeur de 0″,2 environ à ce coefficient.

» J'aborde maintenant les conséquences qui concernent exclusivement l'Astronomie, en commençant par celles qui sont absolument certaines.

» 1° Il est indispensable de corriger de la nutation diurne toutes les observations individuelles d'étoiles, surtout celles des circompolaires. Comme je le faisais déjà voir dans mon premier Mémoire, les *différences systématiques*, qui se sont dégagées de la comparaison des Catalogues de fondamentales, et qui ont fait l'objet de travaux si ardus, doivent être attribuées en grande partie à la nutation diurne.

» 2° La détermination de l'azimut d'une lunette méridienne faite au moyen d'observations de circompolaires a conduit jusqu'à ce jour à des résultats forcément erronés, puisqu'on n'a pu corriger ces observations de l'influence de la nutation diurne qui, pour la polaire, peut s'élever jusqu'à deux secondes en temps.

» 3° La nécessité de la correction des observations individuelles démontre celle d'une revision des constantes fondamentales des formules de réduction, constantes qui ont été déduites d'observations non dégagées de la nutation diurne.

» 4° Il est évident que ce n'est qu'après avoir corrigé les observations d'une étoile de la nutation diurne qu'on pourra en déterminer la parallaxe; car la grandeur de cette correction est, pour le moins, de l'ordre de la parallaxe elle-même. Aussi ne doit-on plus être surpris des discordances très grandes qui existent entre les diverses déterminations qu'on a tenté de faire de la parallaxe de la Polaire.

» Après ces conséquences certaines, voyons quelles sont les conséquences probables de l'existence de la nutation diurne.

» I. La lenteur des mouvements de précession et de nutation; le fait que ces mouvements ont lieu pour le noyau sphéroïdal aussi bien que pour la croûte; la concordance qui existe entre leurs amplitudes et l'aplatissement attribué au globe entier par la Mécanique céleste, portent à croire qu'ils sont communs au noyau et à l'écorce, et que tout se passe à leur égard à fort peu près comme si le globe formait un tout solidaire.

» II. Si l'on peut considérer, en général, la précession et la nutation annuelle comme communes au noyau et à l'écorce, il n'en est plus de même de la nutation diurne, dont l'existence repose précisément sur l'indépendance de ces deux parties du globe. Mais cette indépendance n'est certainement pas absolue, et cela à cause des frottements qui s'exercent entre elles et qui dépendent, en chaque point de contact, de la pression, qui est variable, et de la différence des vitesses; ils auront pour effet de déplacer dans la masse même de l'écorce son axe instantané de rotation, qui n'est autre que l'axe des pôles astronomiques. On savait déjà, par les recherches de Poinsot, que l'axe instantané du globe, considéré comme entièrement solide (*Connaissance des Temps* pour 1858), se déplace à l'intérieur de celui-ci par l'effet de la nutation annuelle, d'où il résultait que la latitude astronomique d'un lieu ne pouvait être regardée comme absolument constante. Mais cette variation de la latitude, considérée jusqu'ici, avec raison, comme à peu près négligeable, pourrait très bien ne plus l'être si le déplacement des pôles astronomiques, au lieu de dépendre de la masse entière du globe, ne dépendait plus que de son écorce solide. Il est évident aussi que, dans ce cas, il ne serait plus permis non plus de mesurer avec rigueur, par des moyens astronomiques, l'azimut d'un grand cercle à la surface de la Terre.

» S'il en est ainsi, aussi longtemps qu'on ne sera pas parvenu à déduire de l'observation et du calcul la variation polaire dont il est question, *c'est à la Géodésie qu'il appartiendra de fixer les latitudes absolues des points de cette surface,* en admettant d'ailleurs que la forme en reste invariable.

» III. Si, après avoir examiné cet effet du déplacement des pôles astronomiques, on considère que les marées, qui se produiront nécessairement dans la masse fluide intérieure, et dont l'amplitude dépendra d'ailleurs de la profondeur de la masse liquide et des vides intérieurs qui s'offriront à son déplacement, feront varier, non seulement en intensité, mais aussi en direction, la gravité à la surface de cette écorce, par conséquent la direction du zénith, on voit que le fait de la *nutation diurne* peut avoir pour conséquence *l'absence complète d'un point de repère fixe en Astronomie;* ni la direction du zénith d'un lieu, ni celle du pôle ne seraient plus soumises à une loi mathématiquement exprimable, dans l'état actuel de l'analyse et avec la connaissance imparfaite des données physiques du problème.

» Le grave et difficile problème des variations de la gravité s'impose donc à l'attention des géodésiens; c'est sur l'étude de cette question qu'au récent Congrès de Berlin, MM. Faye et Tisserand voudront bien se le

rappeler, j'ai appelé l'attention de ceux qui déjà ont commencé à lui consacrer leurs efforts.

» Si la détermination astronomique de la latitude absolue d'un point est compromise par la variation des pôles et celle du zénith, ne peut-on, du moins, en éliminer l'influence dans celle de la différence des latitudes de deux lieux différents? Oui, si ces lieux sont sur un même méridien; non, dans le cas contraire. C'est ce qui a déjà été remarqué au Congrès de Rome en 1883, où les cinq couples de points proposés par M. Fergola pour mettre en évidence, par la mesure des différences de latitude, les variations de position de l'axe instantané de rotation, ont intentionnellement été formés de lieux très distants en longitude, quoique le savant astronome ne soupçonnât pas à cette époque l'existence d'une cause aussi importante de ces variations.

» Il convient enfin de remarquer, en terminant, et pour bien mettre en lumière l'extrême complication des problèmes qui s'offrent aux astronomes, que, le frottement de l'écorce et du noyau étant variables par suite de l'effet des marées, le coefficient de la nutation diurne lui-même doit vraisemblablement être variable.

» La solution pratique de plusieurs des difficultés précédentes, relatives à la connaissance du globe lui-même, est, dans l'état actuel de la Science, comme nous l'avons dit, la substitution des méthodes géodésiques directes aux méthodes astronomiques.

» En ce qui concerne la connaissance des mouvements apparents et réels des étoiles, nous n'avons pu, jusqu'à présent, que signaler les obstacles à vaincre.

» Soumettre le problème de la nutation diurne à l'analyse, en tenant compte de la réaction intérieure du noyau fluide, et en déterminer les constantes par des observations précises, telle est la tâche qui s'impose à nous. C'est à remplir cette tâche que sera en grande partie consacrée l'activité du nouvel Observatoire royal, en construction à Ucèle, qui est destiné à remplacer l'observatoire actuel de Bruxelles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la série de Maclaurin, dans le cas d'une variable réelle*. Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« J'ai repris et complété, il y a déjà quelque temps, la démonstration du théorème énoncé dans ma Communication du 8 novembre (t. CIII, p. 864).

» Théorème. — *Si dans un intervalle fini, pour* $0 \leq x \leq a$, *la fonction* $f(x)$ *est représentée par la série de Maclaurin*

$$(1) \qquad f(0) + \frac{x}{1} f'(0) + \frac{x^2}{1.2} f''(0) + \ldots + \frac{x^n}{1.2.3\ldots n} f^n(0) + \ldots,$$

elle continuera à être représentée par la même série tant que les dérivées successives $f^n(x)$ *seront continues et que la série de Maclaurin sera convergente.*

» Je vais indiquer, sur un exemple particulier, les points principaux de la démonstration qui sera publiée prochainement.

» On suppose que les coefficients de la série (1) soient tous positifs; on a toujours

$$\frac{f^{n+1}(0)}{(n-1) f^n(0)} < 1;$$

les dérivées $f^n(x)$ sont supposées toutes positives pour $0 \leq x \leq 1$.

» Rappelons que le nombre θ, compris entre zéro et l'unité, qui figure dans l'expression du reste R_n quand on prend la somme des n premiers termes de la série (1),

$$(2) \qquad R_n = \frac{(1-\theta)^{n-1} x^n}{1.2.3\ldots(n-1)} f^n(\theta x),$$

est déterminé par l'équation

$$(3) \qquad (1-\theta)^{n-1} f^n(\theta x) = \int_0^1 (1-t)^{n-1} f^n(tx)\, dt.$$

» 1° Le nombre θ est inférieur au nombre θ_0 déterminé par l'équation

$$(4) \qquad \left(\frac{1-\theta_0}{1-\theta_0 x}\right)^n = \frac{1}{n},$$

lequel tend constamment vers zéro quand n augmente indéfiniment; on remarque que θ_0 est indépendant de la forme de $f(x)$.

» 2° Pour pouvoir raisonner sur l'équation qu'on obtient en prenant les dérivées des deux membres de (3) par rapport à x, on fait quelques remarques préliminaires. Soit

$$0 \leq x \leq 1 - \varepsilon, \qquad \theta x \leq a;$$

ε étant une quantité donnée très petite; on démontre l'inégalité

$$(5) \qquad (n-1) f^n(\theta x) - (1-\theta) f^{n+1}(\theta x) x > (n-1)(1-x) f^n(\theta x)$$

qui entraîne la suivante

$$(6)\qquad (1-\theta)f^{n+1}(\theta x) < (n-1)f^{n}(\theta x);$$

on établit la continuité de la fonction θx de x définie par l'équation (3).

» 3° On prend alors les dérivées par rapport à x des deux membres de l'équation (3); les dérivées $f^n(x)$ étant supposées continues, x étant compris dans l'intervalle pour lequel la continuité de θx est établie, on a le droit d'écrire

$$-\left[(n-1)f^{n}(\theta x)-(1-\theta)f^{n+1}(\theta x)x\right](1-\theta)^{n-2}\frac{d\theta}{dx}+(1-\theta)^{n-1}f^{n+1}(\theta x)\theta$$
$$=\int_0^1 (1-t)^{n-1}tf^{n+1}(tx)\,dt.$$

» La dérivée $\frac{d\theta}{dx}$ est finie et déterminée dans tout l'intervalle et même quand θx atteint la valeur a [condition (5)]. L'intégrale du second membre est évidemment positive d'après l'hypothèse faite sur le signe des dérivées $f^n(x)$.

» Si dans l'intervalle des valeurs de x $(a,\ 1-\varepsilon)$, on avait

$$\theta x = a, \qquad \text{pour} \qquad x = \alpha,$$

on aurait dans l'intervalle $(a,\ \alpha)$

$$-\left[(n-1)f^{n}(\theta x)-(1-\theta)f^{n+1}(\theta x)x\right](1-\theta)^{n-2}\frac{d\theta}{dx}$$
$$+(1-\theta)^{n-1}f^{n+1}(\theta x)\theta > 0;$$

d'où, en vertu des conditions (5) et (6),

$$\frac{d\theta}{dx} < \frac{\theta}{1-x},$$
$$\frac{1}{\theta x}\frac{d(\theta x)}{dx} < \frac{1}{x(1-x)};$$

puis, en intégrant dans l'intervalle $(a,\ \alpha)$, remplaçant les valeurs de θx pour les deux limites par a et b,

$$\frac{a}{b} < \frac{\alpha}{a}\,\frac{1-a}{1-\alpha}.$$

» Or, b tendant constamment vers zéro quand n augmente indéfini-

ment (1°), on peut prendre le nombre n fini, mais assez grand pour que l'inégalité

$$\frac{a}{b} > \frac{1-\varepsilon}{a}\,\frac{1-a}{\varepsilon}$$

ait lieu pour cette valeur de n et les valeurs plus grandes; $\frac{\alpha}{1-\alpha}$ augmentant avec α, il viendra, *a fortiori*,

$$\frac{a}{b} > \frac{\alpha}{a}\,\frac{1-a}{1-\alpha},$$

inégalité contradictoire avec celle qui résulte de l'hypothèse admise. Donc, à partir d'une valeur assez grande de n, θx ne peut atteindre la valeur a dans l'intervalle $(a, 1-\varepsilon)$; dans l'expression (2) du reste R_n, $f^n(\theta x)$ peut être remplacé par la série correspondante déduite de (1); une limite supérieure de la valeur du reste est donnée par

$$R_n < \frac{(1-\theta)^{n-1}x^n}{1.2.3\ldots(n-1)}\,\frac{f^n(0)}{(1-\theta x)^{n+1}} = \frac{x^n f^n(0)}{1.2.3\ldots n}\, n\,\frac{(1-\theta)^{n-1}}{(1-\theta x)^{n+1}},$$

ce qui tend vers zéro quand n augmente indéfiniment, x étant inférieur à l'unité. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'equations différentielles.* Note de M. **Émile Picard**, présentée par M. Hermite.

« Considérons l'équation différentielle

$$(1) \qquad f(y, y', \ldots, y^{(m)}) = 0,$$

où ne figure pas la variable indépendante et où f représente un polynôme; je voudrais présenter quelques remarques concernant le cas où l'intégrale générale de cette équation est une fonction uniforme de la variable x. Soit une intégrale quelconque y; si nous désignons par $y_1, y'_1, \ldots, y_1^{(m)}$ les valeurs que prennent cette fonction et ses dérivées, quand on remplace x par $x+h$, h étant arbitraire, on aura

$$(S) \qquad \begin{cases} y_1 = F\,(h, y, y', \ldots, y^{(m)}), \\ y'_1 = F_1(h, y, y', \ldots, y^{(m)}), \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ y_1^{(m)} = F_m(h, y, y', \ldots, y^{(m)}), \end{cases}$$

les F étant des fonctions uniformes du *point* analytique $(y, y', \ldots, y^{(m)})$, d'ailleurs arbitraire, sur la *surface* f, et la transformation ainsi obtenue sera évidemment réversible. Nous voyons donc que la relation algébrique (1) pourra être transformée en elle-même par une substitution uniforme réversible; nous pouvons appeler une telle substitution une *substitution biuniforme*. La substitution biuniforme (S) renfermera un paramètre arbitraire h. Dans le cas où $m = 1$, cette transformation biuniforme est en même temps birationnelle (¹); mais il n'en est pas ainsi en général, et c'est ce qui complique l'étude dont nous nous occupons.

» Il était naturel d'étudier d'abord le cas le plus simple, c'est-à-dire le cas où la substitution (S) serait birationnelle. C'est ce que j'ai fait, en traitant d'abord le problème suivant : reconnaître sur l'équation différentielle si l'intégrale générale est uniforme et conduit à une transformation (S) birationnelle. Lorsqu'on a reconnu qu'il en est ainsi, on peut effectuer complètement l'intégration de l'équation; toute cette question est étroitement liée à mes recherches sur les transformations birationnelles des surfaces, étendues à un nombre quelconque de variables.

» Dans le cas, parfaitement délimité, qui précède, l'intégrale générale de l'équation différentielle est une fonction uniforme de x, définie dans tout le plan. Il n'en est pas nécessairement ainsi dans le cas général : toute intégrale de l'équation (1) peut être une fonction définie seulement dans une partie du plan, celle-ci variant, d'ailleurs, d'une intégrale à l'autre avec les constantes arbitraires. Telle serait, par exemple, l'équation du troisième ordre obtenue par Jacobi dans son Mémoire sur certaines séries de la théorie des fonctions elliptiques (*Journal de Crelle*, t. 34)

$$y^2(yy''' + 3y'y'')^2 = y''^2(16y^3y'' + 1).$$

» Son intégrale générale est une fonction uniforme définie seulement dans une certaine partie du plan.

» J'indiquerai seulement, en ce moment, la forme qui m'a été le plus commode pour la discussion du cas général, en me bornant aux équations du second ordre. Soit

$$f(x, y, z) = 0$$

une relation algébrique. Je considère les équations

$$P\,dx + Q\,dy = 0,$$
$$P_1\,dx + Q_1\,dy = dt,$$

(¹) On peut établir, d'une manière générale, que toute correspondance biuniforme entre deux courbes algébriques est nécessairement birationnelle.

où les P et Q sont des fonctions rationnelles de x, y et z. Ce système revient évidemment à une équation du second ordre de la forme (1), t étant la variable indépendante. Les conditions pour que l'intégrale générale soit uniforme peuvent être aisément discutées. Un cas très simple serait celui où

$$(2) \qquad P\,dx + Q\,dy \quad \text{et} \quad P_1\,dx + Q_1\,dy$$

se trouveraient être des différentielles totales de première espèce de la surface f supposée de genre 1. La substitution biuniforme considérée plus haut se trouve, dans ce cas, birationnelle, mais il en est autrement dans le cas plus général où les expressions (2) seraient, non des différentielles totales exactes de première espèce, mais simplement des expressions différentielles de première espèce (j'entends par là des expressions dont l'intégrale reste finie, dans le voisinage de tout système de valeurs de x et y, quelque relation que l'on établisse entre x et y); on obtient alors des fonctions uniformes de t, dont l'étude, que je n'ai pas encore achevée, me paraît devoir présenter quelque intérêt. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Observations relatives à une Note récente de M.* P. Serret, *sur un théorème de Géométrie*. Lettre de M. **L. Lindelöff** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Helsingfors, le 26 décembre 1886.

» Veuillez me permettre de signaler une petite erreur de calcul qui s'est glissée dans la Note très intéressante de M. P. Serret, insérée au *Compte rendu* de la séance du 6 décembre 1886 (p. 1118), où l'auteur s'est proposé d'établir directement la correspondance qui existe entre les lignes de courbure, dans deux surfaces à rayons vecteurs réciproques.

» Dans la formule ($3'''$) de cette Note, je trouve que le premier membre, au lieu de o, doit être $\frac{1}{R}$. Par suite, on doit avoir, au lieu de (3^{iv}),

$$\frac{\partial x}{\partial a} = \frac{\partial y}{\partial b} = \frac{\partial z}{\partial c} = \frac{1}{\mu - \frac{\lambda}{R}} = \frac{1}{r}.$$

» Cette formule démontre, tout aussi bien que (3^{iv}) l'aurait fait, la correspondance qu'il s'agit d'établir; elle fait voir, en outre, qu'il existe entre les rayons de courbure correspondants R et r la relation

$$r = \mu - \frac{\lambda}{R}. \text{ »}$$

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de la distribution électrique.* Note de M. H. Poincaré, présentée par M. Hermite.

« Le problème de la distribution électrique se ramène, comme on le sait, au problème de Dirichlet qui consiste à déterminer une fonction V qui satisfasse à l'équation de Laplace $\Delta V = 0$ à l'intérieur d'une certaine région et qui prenne sur la surface qui limite cette région des valeurs données. Riemann a donné de la possibilité de ce problème une démonstration simple et élégante, mais peu rigoureuse. Depuis, MM. Neumann, Schwarz et Harnack ont imaginé plusieurs méthodes qui permettent, non seulement d'établir l'existence de la solution, mais de la déterminer complètement. Ces méthodes ont un double caractère : ce sont à la fois des méthodes de démonstration, destinées à montrer la possibilité du problème, et des méthodes de calcul destinées à le résoudre effectivement. A ce second point de vue, elles sont très imparfaites; car, si elles sont susceptibles théoriquement de donner une approximation indéfinie; si même elles conduisent assez facilement à certaines inégalités auxquelles doit satisfaire la fonction cherchée, elles ne permettraient pas, sans un labeur très pénible, de pousser l'approximation un peu loin. Il n'est donc pas inutile d'en imaginer de nouvelles, quand même elles devraient avoir les mêmes inconvénients, ce qu'il paraît, d'ailleurs, impossible d'éviter. En effet, chaque méthode nouvelle conduit facilement à des inégalités nouvelles qu'il peut être intéressant de connaître. C'est ce qui m'engage à exposer ici un procédé qui n'a pas encore été proposé, du moins que je sache.

» Supposons, pour fixer les idées et simplifier l'exposé qui va suivre, qu'il s'agisse de déterminer la distribution électrique sur un conducteur *unique* (mais de forme, d'ailleurs, quelconque), chargé au potentiel intérieur 1. On peut imaginer un réseau formé d'une infinité de sphères S_1, $S_2, \ldots, S_i, \ldots$, qui sont toutes et tout entières extérieures au conducteur. Je suppose, de plus, que tout point extérieur au conducteur soit intérieur, au moins à l'une des sphères S_i. J'envisage, enfin, une sphère Σ dont le rayon R soit assez grand pour que le conducteur y soit contenu tout entier.

» Imaginons maintenant une quantité R d'électricité positive répartie sur Σ avec une densité uniforme $\frac{1}{4\pi R}$. Le potentiel de cette électricité sera égal à 1 à l'intérieur de Σ et plus petit que 1, mais positif, à l'extérieur.

» Rappelons maintenant un résultat bien connu : c'est qu'il est possible

de remplacer un point électrisé, situé à l'intérieur d'une sphère, par une couche électrique répandue à la surface de cette même sphère et dont l'action sur un point extérieur soit la même; nous l'appellerons *couche équivalente*.

» Voici maintenant la série d'opérations que nous allons faire. Considérons l'une des sphères S_i et remplaçons l'électricité contenue à l'intérieur de cette sphère par une couche équivalente répandue à sa surface. Le potentiel ne changera pas à l'extérieur de S_i et diminuera à l'intérieur.

» Si donc nous opérons successivement ainsi sur chacune des sphères S_i, en dirigeant les opérations, de façon à revenir une infinité de fois sur chaque sphère, le potentiel ira toujours en diminuant; mais, comme il n'y aura en aucun point d'électricité négative, il sera toujours positif. Il tendra donc vers une limite finie et déterminée que j'appelle V.

» Mais, d'après un théorème de Harnack, si, dans une certaine région, tous les termes d'une série sont positifs et satisfont à l'équation de Laplace, la série ne peut converger qu'uniformément. Donc notre potentiel tendra uniformément vers sa limite V. Cela suffit pour démontrer que V est une fonction continue et que

$$\Delta V = 0.$$

Il est clair que V est toujours plus petit que 1 et s'annule à l'infini; il reste à démontrer que V tend vers l'unité quand on se rapproche de la surface du conducteur. Il suffit, pour cela, de faire une remarque. Soit O un point quelconque intérieur au conducteur; soit ρ la distance de O au point (x, y, z); soit r la plus courte distance de O à la surface du conducteur. Notre potentiel sera toujours plus grand que $\frac{r}{\rho}$; on aura donc encore à la limite

$$1 > V > \frac{r}{\rho}.$$

» Or il est évident que, quand le point (x, y, z) se rapprochera indéfiniment d'un point P de la surface du conducteur, on pourra toujours choisir le point O, ou faire tendre le point O vers le point P, de telle façon que $\frac{r}{\rho}$ tende vers 1.

» Il résulte de là que la fonction V ainsi définie n'est autre chose que le potentiel d'une charge électrique distribuée sur notre conducteur.

» Comme méthode de démonstration, celle que je propose est supérieure à toutes les autres, puisqu'elle ne souffre aucune exception; comme

méthode de calcul, elle est évidemment moins simple que celle de Neumann, dans le cas où cette dernière s'applique, c'est-à-dire pour un conducteur convexe. Elle n'en fournit pas moins diverses inégalités intéressantes, très nombreuses et variées, parce que le choix des sphères S_i reste arbitraire dans une large mesure et qu'on peut, d'ailleurs, introduire dans la méthode diverses modifications de détail, que je n'ai pu exposer ici, mais qui augmentent encore cet arbitraire et qui, de plus, permettent d'étendre la méthode au cas de plusieurs conducteurs. »

THERMODYNAMIQUE. — *Remarques relatives aux observations de M.* Hirn *sur l'écoulement des gaz.* Note de M. **Hugoniot**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Je suis obligé, bien malgré moi, de revenir encore une fois sur la discussion soulevée par les conclusions que M. Hirn a tirées de ses expériences. Je ferai remarquer d'abord que jamais, dans mes travaux, je ne me suis occupé de la *théorie cinétique*, soit pour l'attaquer, soit pour la défendre. Je n'ai donc point eu à invoquer l'autorité de M. Clausius, dont le point de vue est tout différent du mien.

» Ce que j'ai voulu défendre, ce sont les équations de l'Hydrodynamique, qu'il faudrait regarder comme erronées si l'on admettait les valeurs que M. Hirn assignait aux vitesses d'écoulement pour le cas des grandes différences de pression [1]. Il déclarait, par exemple, que l'air, à

---

[1] M. Hirn, dans sa Note du 20 décembre 1886, se défend d'avoir attaqué les équations de l'Hydrodynamique. Je suis convaincu, en effet, que ce n'était pas son intention. Mais les faits qu'il regarde comme exacts étant en contradiction avec ces équations, on est bien obligé de choisir. Du reste, le désaccord est frappant sur certains points. Par exemple, tout en faisant usage de la loi de Laplace pour calculer ses densités, il n'admet pas que la formule de Weissbach puisse servir à calculer les vitesses. Or, quand on admet la loi de Laplace, la formule de Weissbach n'est autre que la forme correspondante de l'équation des forces vives.

Ce désaccord n'a sans doute pas échappé complètement à M. Hirn, car déjà ses idées paraissent s'être sensiblement modifiées. Au début, il était question de vitesses de 4000^{m} et même de vitesses pouvant dépasser toute limite, ainsi qu'on peut le voir par l'extrait suivant d'une Note de M. Faye (*Comptes rendus,* 2 novembre 1885) : « Déjà, » pour la pression de $0^{m},01$ dans le bief d'écoulement, la vitesse atteignait 4266^{m} par » seconde.... Tout porte à croire qu'en poussant plus loin la raréfaction dans le ré» cepteur, la vitesse d'écoulement croîtrait indéfiniment. »

Aujourd'hui, M. Hirn ne paraît plus admettre que la vitesse puisse croître sans

la pression atmosphérique, s'écoulant dans un milieu où la pression est réduite à 1^{cm} de mercure, prenait une vitesse supérieure à 4000^m. Or, d'après le théorème de Bernoulli, la vitesse ne pourrait, dans les conditions indiquées, dépasser 830^m, même en supposant le réchauffement suffisant pour maintenir la température constante. Pour admettre la vitesse de 4000^m, il faudrait donc rejeter le théorème de Bernoulli, c'est-à-dire le théorème des forces vives.

» J'ai donné (¹) la raison pour laquelle les vitesses calculées par l'auteur étaient exagérées, et j'ai montré qu'en réalité les résultats étaient d'accord avec les lois de l'Hydrodynamique et vérifiaient la formule de Weissbach. La théorie que j'ai développée en détail est loin d'être compliquée. Cependant, elle ne paraît pas avoir été bien comprise par mon éminent contradicteur qui, dans sa dernière Note, continue à établir une confusion entre la vitesse dans la section contractée et la vitesse maximum, entre la pression dans la section contractée et la pression finale.

» Bien que j'aie déjà protesté contre cette confusion (²), et malgré l'ennui que j'éprouve à me répéter, je vais chercher à être plus clair en considérant un cas particulier, celui où, la pression d'amont étant $0^m,760$, la pression d'aval serait égale à $0^m,01$.

» Dans ce cas, la pression dans la veine diminue quand on s'éloigne du milieu d'amont, depuis $0^m,760$ jusqu'à $0^m,01$. En même temps, la vitesse augmente, depuis 0^m jusqu'à 620^m environ (³). Quant à la section, très considérable aux points où la vitesse est nulle, elle diminue d'abord, atteint un minimum, après quoi elle se montre croissante. Dans la section minimum ou section contractée, la pression est $0^m,76 \times 0,522 = 0^m,397$, et la vitesse voisine de 310^m.

» Cette forme de la veine n'est nullement hypothétique, car elle résulte

---

limite. Dans son dernier Ouvrage (*La Cinétique moderne et le Dynamisme de l'avenir*), il ne donne même plus son nombre primitif de 4000^m; il cherche simplement à démontrer que la vitesse a dû, dans ses expériences, surpasser 970^m (*voir* l'Ouvrage cité, p. 70). La formule de Navier donnant, pour le cas considéré, 830^m, et la formule de Weissbach 620^m environ, il suffit maintenant d'une nouvelle réduction de 200^m à 300^m pour que son minimum coïncide avec mon maximum et que nous soyons d'accord sur ce point.

(¹) *Comptes rendus*, 28 juin 1886. — *Annales de Chimie et de Physique*, novembre 1886.

(²) *Comptes rendus*, 26 juillet 1886.

(³) C'est du moins la valeur donnée par la formule de Weissbach.

de la condition de continuité. Mais, pour connaître l'aire de la section contractée et sa position par rapport à l'orifice, il faut recourir à l'expérience. D'après les résultats obtenus jusqu'ici, il y a lieu d'admettre que, dans le cas d'un orifice en mince paroi, la section contractée est très légèrement en avant de l'orifice, dans le milieu d'aval. Lorsque l'écoulement s'opère par un tuyau cylindrique de longueur suffisante, la section contractée se trouve entre les deux extrémités, bien que la pression diminue d'un bout à l'autre du tuyau.

» On comprend aisément pourquoi je n'ai pas eu à modifier mes idées à la suite de l'expérience dans laquelle M. Hirn a mesuré les variations de la pression dans un tuyau cylindrique ; les faits qu'il a constatés sont en effet conformes à ma théorie. Des expériences de ce genre seraient fort intéressantes, si l'on faisait varier la longueur du tuyau ; mais il faudrait aussi déterminer le débit qui dépend de cette longueur suivant une loi encore inconnue. M. Hirn y trouverait, je crois, occasion de démontrer, plus nettement qu'il ne l'a fait jusqu'ici, que la vitesse du fluide peut, dans certains cas, surpasser 485^m.

» Quant à la formule destinée à déterminer la durée du remplissage d'un récipient d'air comprimé (¹), elle n'a d'autre prétention que d'être une formule pratique. M. Haton de la Goupillière, qui s'est, le premier, occupé de la question, s'était dispensé, et avec raison, de tenir compte de l'élévation de température provenant de la force vive que le gaz possède à son entrée dans le récipient. Cette élévation de température n'a sur la durée du remplissage qu'une influence secondaire et d'ailleurs beaucoup réduite par les pertes de chaleur dues à l'absorption par les parois du réservoir. J'ai donc fait mon calcul en supposant la température constante dans ce réservoir, et la formule obtenue paraît largement suffisante pour les besoins de la pratique.

» Toutefois, il est visible qu'elle doit donner des temps un peu trop forts ; elle s'accorde cependant mieux que je ne l'espérais avec les expériences de M. Hirn, parce que les durées qu'il a indiquées sont, d'après son propre aveu, légèrement exagérées.

» Mon contradicteur déclare que la formule est fausse, par cela seul qu'elle reproduit ses résultats. On voit, par ce qui précède, ce qu'il faut penser de ce singulier paradoxe.

» Il serait extrêmement désirable que M. Hirn prît la peine de pré-

---

(¹) *Comptes rendus*, 15 novembre 1886.

senter la discussion complète de ses expériences et des causes d'erreur qu'il a su y découvrir, afin que l'on puisse, dans l'étude de ces difficiles questions, consulter en connaissance de cause ses résultats.

» Dans tous les cas, je tiens à assurer l'Académie, en terminant, que, tenant à respecter ses moments, je ne suis rentré qu'à contre-cœur cette fois encore dans une discussion déjà trop longue, que j'ai, en ce qui me concerne, l'intention bien arrêtée de ne plus reprendre. »

THERMODYNAMIQUE. — *Les chaleurs spécifiques d'un gaz parfait.* Note de M. **Félix Lucas**, présentée par M. Cornu.

« Les chaleurs spécifiques c et C, sous volume constant et sous pression constante, d'un corps homogène et isotrope pris sous le poids-unité de 1^{kg}, sont déterminées en Thermodynamique par les formules

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\mathrm{E}c\,dt = d\mathrm{U},\\ &\mathrm{EC}\,dt = \mathrm{P}\,d\mathrm{V} + d\mathrm{U},\end{aligned}\right.$$

dans lesquelles E désigne l'équivalent mécanique de la chaleur, t la température vraie du corps, P la pression uniforme par mètre carré à laquelle il est soumis, V son volume et U son énergie mécanique intérieure.

» J'ai montré que, s'il s'agit d'un gaz parfait, on a

$$(2)\qquad (m-1)\mathrm{U} = \mathrm{PV} = \mathrm{P}_0\mathrm{V}_0\,\varphi(t),$$

$m = 1,40$ désignant le coefficient de détente, P_0 la pression normale, V_0 le volume correspondant à cette pression pour la température de la glace fondante, $\varphi(t)$ une fonction qui doit être la même pour tous les gaz (¹). Les formules (1) deviennent alors

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} &c = \frac{\mathrm{P}_0\mathrm{V}_0}{(m-1)\mathrm{E}}\varphi'(t),\\ &\mathrm{C} = \frac{m\mathrm{P}_0\mathrm{V}_0}{(m-1)\mathrm{E}}\varphi'(t).\end{aligned}\right.$$

» Quelle que soit la nature de la fonction φ, le rapport de C à c reste indépendant de la température et égal au coefficient de détente m.

(¹) *Comptes rendus*, séances des 13 et 20 décembre 1886.

» Cela posé, élevons de t' à t'' la température du gaz en lui conservant la pression normale P_0; la quantité Q de chaleur nécessaire sera

$$(4) \qquad Q = \int_{t'}^{t''} C\,dt = \frac{m P_0 V_0}{(m-1)E}[\varphi(t'') - \varphi(t')],$$

d'où

$$(5) \qquad \frac{Q}{\varphi(t'') - \varphi(t')} = \frac{m P_0 V_0}{(m-1)E}.$$

» Désignons par θ la température *observée* que le thermomètre centigrade fait correspondre à la température vraie t; la corrélation des deux variables est, d'après mes Communications précédentes,

$$(6) \qquad \varphi(t) = 1 + \alpha\theta,$$

α désignant le coefficient de dilatation commun à tous les gaz. La formule (5) peut alors s'écrire

$$(7) \qquad \frac{Q}{\theta'' - \theta'} = K,$$

la constante K ayant pour valeur

$$(8) \qquad K = \frac{m\alpha P_0 V_0}{(m-1)E}.$$

» Par conséquent : *La quantité de chaleur nécessaire pour élever, sous la pression normale, la température de* 1^{kg} *d'un gaz parfait depuis* t' *jusqu'à* t'' *est dans un rapport constant* K *avec la différence* $(\theta'' - \theta')$ *des indications correspondantes du thermomètre centigrade.* C'est là un théorème absolument indépendant de la nature de la fonction φ. La constante K n'est pas autre chose que la *chaleur spécifique sous pression constante* des physiciens; sa relation avec la chaleur spécifique sous pression constante C, que la Thermodynamique fait intervenir dans ses formules différentielles, est déterminée par l'équation

$$(9) \qquad C = \frac{K}{\alpha}\varphi'(t),$$

qui résulte des équations (3) et (8).

» La seule hypothèse concernant la fonction φ qui puisse rendre identiques les deux chaleurs spécifiques sous pression constante, K et C, de la Physique et de la Thermodynamique est l'hypothèse usuelle qui consiste à

identifier t et θ, en attribuant à $\varphi(t)$ la forme linéaire $(1+\alpha t)$; on a alors

$$\varphi'(t)=\alpha \quad \text{et} \quad C=K,$$

valeur indépendante de la température.

» En opérant sur l'air atmosphérique, qui sert précisément à construire l'étalon de nos thermomètres, M. Regnault a pu vérifier la constance du rapport (7) pour les valeurs $(-10, +30)$, $(0, +100)$ et $(0, +200)$ successivement attribuées au système (θ', θ''). On peut en conclure que, dans les limites de température thermométrique -10 et $+200$, l'air atmosphérique se comporte sensiblement comme un gaz parfait; mais il est clair aussi que ces remarquables expériences ne peuvent imposer aucune sujétion théorique à la nature de la fonction $\varphi(t)$.

» Toute autre hypothèse que celle de la forme linéaire $(1+\alpha t)$ conduit à regarder C comme une fonction de la température, bien que K soit toujours une constante; c'est ce qu'indique la formule (9). Soit, par exemple,

$$(10) \qquad \varphi(t)=e^{\beta t},$$

forme exponentielle à laquelle conduisent les considérations exposées dans ma Communication du 20 décembre dernier; nous aurons

$$(11) \qquad \varphi'(t)=\beta e^{\beta t}=\beta\varphi(t)=\beta(1+\alpha\theta),$$

et, par conséquent, d'après les équations (3) et (8),

$$(12) \qquad \left\{ \begin{aligned} c &= \frac{K\beta}{m\alpha}e^{\beta t}=\frac{K\beta}{m\alpha}(1+\alpha\theta), \\ C &= \frac{K\beta}{\alpha}e^{\beta t}=\frac{K\beta}{\alpha}(1+\alpha\theta). \end{aligned} \right.$$

» Les deux chaleurs spécifiques d'un gaz parfait deviennent donc des fonctions croissantes de la température. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la nature des actions électriques dans un milieu isolant.* Deuxième [1] Note de M. **A. Vaschy**, présentée par M. Cornu.

« Si la matière pondérable d'un diélectrique terminé aux surfaces de divers conducteurs électrisés subit l'action, non pas de la force totale

[1] Voir la première aux *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1186.

$p = \frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2$, mais d'une fraction αp de cette force, c'est-à-dire si chaque tube de force élémentaire est soumis à une tension longitudinale αp et à une pression transversale de même valeur αp, ce diélectrique tendra à se raccourcir suivant les lignes de force et à se dilater dans les directions perpendiculaires lorsqu'on le laissera libre de le faire. Pour un tube élémentaire, les dilatations dans les divers sens seront, en désignant par ε le coefficient de compressibilité cubique et par σ le coefficient de *contraction latérale :*

Dilatation linéaire....... $-\frac{\alpha p}{3\varepsilon}\frac{1+2\sigma}{1-2\sigma}$ suivant les lignes de force,

» » .... $+\frac{\alpha p}{3\varepsilon}\frac{1}{1-2\sigma}$ suivant les directions perpendiculaires,

» cubique...... $+\frac{\alpha p}{3\varepsilon}$.

» Quant à la dilatation totale du milieu, elle s'obtiendra en multipliant la dilatation $\frac{\alpha p}{3\varepsilon}$ par un volume infiniment petit du et intégrant dans tout le milieu

$$\frac{\alpha}{3\varepsilon}\int p\,du = \frac{\alpha}{3\varepsilon}\int \frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2 dS\,dn,$$

dS étant la section droite et dn la longueur d'un tube élémentaire. Or on sait que cette intégrale n'est autre chose que $\frac{\alpha}{3\varepsilon}$ W, W désignant l'énergie totale due à l'électrisation des conducteurs.

» Si, en particulier, les conducteurs forment un condensateur de capacité C, chargé à la différence de potentiel $(V - V')$, on a

$$W = \tfrac{1}{2}C(V - V')^2.$$

» Par suite, la dilatation totale est

$$\frac{\alpha C}{6\varepsilon}(V - V')^2.$$

» Cette formule satisfait bien aux lois de la dilatation électrique déterminées par M. Duter, à un coefficient près, qui n'a pas été calculé par ce savant. Pour compléter la vérification, il resterait à étudier : 1° l'influence de la nature du diélectrique ou du coefficient k; 2° la dilatation linéaire dans les diverses directions; enfin à déterminer la valeur de α.

» Un autre phénomène, découvert par le Dr Kerr, montre que le diélectrique interposé entre des corps électrisés se déforme et devient *anisotrope*, puisqu'il produit les effets de biréfringence des cristaux à un axe. Cette anisotropie est d'autant plus remarquable qu'elle a lieu dans les fluides : sulfure de carbone, térébenthine, etc., que l'on ne réussirait pas à rendre anisotropes par des actions d'origine mécanique. La loi formulée par Kerr confirme la théorie précédente, comme il est facile de le constater. Mais il resterait à compléter les expériences de ce savant, à déterminer numériquement la grandeur des effets électro-optiques et à la comparer à celle des effets semblables obtenus avec des lames de verre ou d'autres diélectriques soumis à des tensions longitudinales et à des pressions transversales connues : on pourrait ainsi arriver à voir si la théorie est complètement vérifiée par l'expérience et à calculer le coefficient α.

» Le raisonnement suivant *paraît* devoir conduire à une détermination exacte de ce coefficient d'influence de la matière pondérable. Le potentiel V étant donné en chaque point du milieu, les tensions et pressions trouvées par le calcul sont égales à

$$p = \frac{1}{8\pi k}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2,$$

tandis que, si le milieu était le vide, c'est-à-dire était occupé par l'éther seul, on aurait

$$p_1 = \frac{1}{8\pi k_1}\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)^2.$$

» Tout porte donc à croire que, dans le milieu mixte, l'éther sera soumis aux forces p_1, et la matière pondérable à l'excès $(p - p_1) = \alpha p$:

$$p_1 = \frac{k}{k_1} p = \frac{1}{\mu} p,$$

$$\frac{p - p_1}{p} = \alpha = 1 - \frac{1}{\mu}.$$

Le coefficient α d'influence de la matière pondérable serait donc

$$\left(1 - \frac{1}{\mu}\right) \quad \text{ou} \quad \left(1 - \frac{1}{n^2}\right),$$

en admettant, avec Maxwell, que le pouvoir inducteur spécifique μ est égal au carré de l'indice n de réfraction. Ce coefficient est celui qui représente également l'influence de la matière pondérable dans le fait de l'en-

traînement de l'éther. Ce rapprochement n'est pas fortuit et prêterait à des développements intéressants.

» Disons seulement, pour terminer, que, les problèmes d'électrostatique se ramenant ainsi à des problèmes d'équilibre de l'éther considéré comme corps élastique, les variations ou perturbations électriques devront se propager avec une vitesse uniforme, comme un ébranlement mécanique se propage dans un corps isotrope ou dont l'isotropie a été peu modifiée. Cette vitesse ne saurait être autre que celle de la lumière. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la pression électrique et les phénomènes électro-capillaires*. Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Debray.

« J'ai montré, il y a deux ans [1], comment les principes fondamentaux de la théorie du potentiel thermodynamique permettaient de trouver les conditions d'équilibre d'une masse fluide et de faire une étude complète des phénomènes capillaires. Dans le Mémoire que j'ai publié alors, j'ai supposé que tous les fluides étudiés étaient à l'état neutre. La méthode que j'ai suivie s'applique également aux fluides chargés soit de l'électricité qu'ils portent naturellement en vertu des différences de niveau potentiel qui doivent exister entre eux, soit de l'électricité libre qu'on peut leur communiquer. Les calculs auxquels conduit l'emploi de cette méthode ne présentent aucune difficulté, mais leur longueur et leur complication ne me permettent pas de les communiquer ici. Renvoyant donc pour le détail des démonstrations à un Mémoire qui sera prochainement publié, je demande seulement la permission d'exposer brièvement les résultats de mon analyse.

» On considère, en général, la surface libre d'un conducteur électrisé comme soumise en chaque point à une tension électrique qui a pour valeur

$$2\pi\varepsilon\Delta^2,$$

Δ étant la densité de l'électricité libre au point considéré, et ε la constante qui figure dans la loi de Coulomb : $F = \varepsilon\frac{qq'}{r^2}$. Je montre que l'expression

---

(1) *Applications de la Thermodynamique aux phénomènes capillaires* (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. II, p. 207; 1885).

complète de cette tension est

$$\frac{aQ}{M} + b\Delta + 2\pi\varepsilon\Delta^2,$$

M étant la masse du corps, Q la quantité d'électricité que porte sa surface libre, et a et b deux constantes qui dépendent de la nature du corps. C'est seulement pour les corps de très grandes dimensions, chargés à un potentiel très élevé par rapport à leurs dimensions, que cette tension se réduit à la valeur habituellement reçue.

» D'après la théorie de la capillarité, la surface de séparation de deux fluides de densité ρ et ρ' est donnée par l'équation aux dérivées partielles

$$A\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) + (\rho' - \rho)gz = \text{const.},$$

A dépendant uniquement de la nature des deux fluides.

» M. Lippmann a énoncé, comme conséquence de l'expérience, que A dépendait de la différence électrique à la surface considérée. Pour les corps conducteurs, mon analyse, confirmant les anciennes manières de voir, montre que A dépend uniquement de la nature des deux fluides en contact, et nullement de leur état d'électrisation. Il n'y a donc pas de phénomènes électrocapillaires pour un système formé uniquement de fluides conducteurs sur lesquels l'électricité est en équilibre.

» Si un pareil système est traversé par des courants permanents, la surface de séparation de deux fluides satisfait à l'équation aux dérivées partielles

$$A\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) + (\rho' - \rho)gz = C + C'i + C''i^2,$$

A dépendant uniquement de la nature des deux fluides en contact, et i étant le flux électrique normal à la surface au point considéré. Grâce à la forme du second membre, on trouve que de semblables systèmes présentent des phénomènes analogues à ceux que présente l'électromètre capillaire dans le cas de l'équilibre électrique.

» L'électromètre capillaire renferme un électrolyte. La surface de séparation d'un conducteur et d'un électrolyte satisfait à l'équation aux dérivées partielles

$$A\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'}\right) + (\rho' - \rho)gz = F,$$

A dépendant encore uniquement de la nature des deux fluides en contact,

et non de leur état d'électrisation, F au contraire ayant la même valeur en tous les points de la surface, mais dépendant de la forme et de la nature des fluides qui composent ce système, et de la *différence de niveau potentiel entre les conducteurs séparés par des électrolytes*. Le défaut de connaissances sur la distribution qu'affecte l'électricité sur un électrolyte ne permet pas de connaître entièrement la forme de cette quantité F, dont la présence explique les phénomènes électrocapillaires.

» En résumé, les phénomènes électrocapillaires seraient dus, non pas à une variation de la constante capillaire de Laplace avec l'électrisation du système, mais à l'introduction dans l'équation de Laplace de termes nouveaux qui dépendent de cette électrisation. »

CHIMIE. — *Sur un phosphate de silice hydraté*. Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Margottet**, présentée par M. Debray.

« Lorsqu'on soumet à l'action de la chaleur une dissolution de silice dans l'acide phosphorique, on obtient, dans des conditions que nous avons déjà précisées [1], un phosphate de silice cristallisé sous quatre formes cristallographiques différentes, et répondant à la formule PhO^5, SiO^2. Mais ce produit n'est pas le seul que l'on peut obtenir en déshydratant la solution silicique.

» Maintenue pendant plusieurs jours à la température de 125°, dans un creuset de platine, cette dissolution laisse déposer des concrétions sphériques qui tapissent d'abord les parois du creuset et finissent par envahir le liquide tout entier.

» Si l'acide phosphorique est saturé de silice, les concrétions se soudent entre elles, et le contenu du creuset, en devenant solide, emprisonne l'excès d'acide, comme le plâtre gâché retient l'eau qui n'a pas été utilisée dans l'hydratation du sulfate de chaux.

» Mais si l'on réduit le poids de silice dissoute au quart de celui qui est nécessaire pour saturer l'acide phosphorique, on évite la prise en masse. Lorsque cette dissolution a été maintenue pendant sept à huit jours à la température de 125°, sa viscosité n'augmente plus, et les concrétions ont acquis leur développement maximum.

» Pour les isoler, il suffit de verser le liquide qui les tient en suspension,

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 789.

pendant qu'il est encore chaud, sur une plaque de porcelaine dégourdie, préalablement chauffée, et de laisser séjourner le tout, pendant une semaine environ, dans de l'air sec. La poudre cristalline qui reste alors sur la porcelaine ne retient plus trace d'acide phosphorique interposé.

» Les globules sphériques ainsi purifiés, noyés dans de l'acide sulfurique concentré, agissent fortement sur la lumière polarisée; ils présentent entre les nicols croisés une croix noire dont les branches sont situées dans les plans principaux des nicols. Au moyen d'un fort grossissement, on peut constater qu'ils sont formés de zones concentriques et que chacune de ces zones résulte de l'agglomération de cristaux prismatiques dont les axes sont orientés vers le centre de chaque sphère.

» Ce nouveau produit se distingue, par plusieurs caractères importants, du phosphate de silice préparé dans la même dissolution, à une température supérieure à 125°. Il se décompose rapidement au contact de l'air humide; l'eau refroidie à 0° le dissout sans résidu; mais, à la température ordinaire, elle le décompose en acide phosphorique et en silice gélatineuse.

» Cette dernière réaction permet de déterminer facilement, dans le composé, le rapport du poids de la silice à celui de l'acide phosphorique. Il suffit, après la décomposition par l'eau, d'évaporer à sec, en ayant soin d'ajouter à la liqueur une petite quantité d'ammoniaque, afin d'éviter la reformation partielle du phosphate de silice sous l'action de la chaleur. Si l'on traite ensuite le résidu par l'eau pure, la totalité de la silice reste insoluble; dans la liqueur filtrée, on dose l'acide phosphorique soit à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, soit à l'état de phosphate triargentique.

» Enfin, la calcination du produit en présence d'un grand excès de chaux pure permet de déterminer la quantité d'eau combinée à la silice et à l'acide phosphorique.

» Il résulte de trois analyses exécutées sur des échantillons provenant de préparations différentes que le phosphate de silice hydraté a pour formule $SiO^2, 2PhO^5, 4HO$.

» Dans une prochaine Communication, nous étudierons les phénomènes calorimétriques qui accompagnent la dissolution de ce nouveau phosphate dans l'eau et dans les alcalis. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du soufre sur l'ammoniaque et sur quelques bases métalliques en présence de l'eau.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. Troost.

« Dans une série de Notes publiées dans les *Comptes rendus* [1], nous avions exposé, M. Filhol et moi, l'action du soufre sur les solutions salines et sur les dissolutions de potasse ou de soude. En étudiant l'action de ce métalloïde sur les autres oxydes en présence de l'eau, je suis arrivé aux résultats suivants :

Action du soufre sur l'ammoniaque à froid. — D'après Brünner, la solution aqueuse d'ammoniaque n'agit pas sur le soufre pur à une température inférieure à 75°. Vers 90°, elle se colorerait en jaune par suite de la dissolution d'un peu de soufre [2]. La première partie de cette assertion est inexacte.

» Une dissolution ammoniacale de concentration ordinaire, dans laquelle j'avais introduit du soufre pur, a été abandonnée en vase clos à la température ordinaire, c'est-à-dire à une température d'environ 12°. Après trois semaines, cette dissolution a commencé à prendre une légère coloration jaune, qui a viré insensiblement à une teinte dont le ton, de plus en rougeâtre, est devenu, au bout de deux ans, d'un rouge très prononcé. Le liquide renferme un polysulfure et un hyposulfite ammoniacal, c'est-à-dire les composés qui se forment lorsque, d'après Flückiger, on chauffe, pendant plusieurs jours, en vase clos à 100°, une dissolution ammoniacale avec du soufre [3]

$$3\,AzH^3 + nS + Aq = 2(AzH^4S^{n'}) + AzH^4O,\ S^2O^2 + Aq.$$

» Par son exposition à l'air, cette dissolution laisse déposer du soufre.

» *Action du soufre sur diverses bases en présence de l'eau.* — Les bases alcalino-terreuses en dissolution, telles que l'eau de chaux, l'eau de baryte, chauffées en vases clos avec du soufre, se comportent comme les oxydes alcalins [4].

---

(1) *Comptes rendus,* t. XCIII, p. 152; t. XCVI, p. 839; t. XCVI, p. 1051, Notes de MM. E. Filhol et Senderens.

(2) Brunner, *Dingler's polytech. Journ.*, t. CL, p. 371.

(3) Fluckiger, *Journal de Pharmacie,* t. XLV, p. 453.

(4) Voir, pour l'action du soufre sur les oxydes alcalins, les *Comptes rendus,* t. XCVI, p. 1051, Note de MM. E. Filhol et Senderens.

» L'analogie se poursuit dans les réactions opérées à la température ordinaire. L'eau de baryte et l'eau de chaux donnent, *à froid* avec le soufre, un polysulfure et un hyposulfite, après un temps qui varie selon la concentration de la liqueur.

» L'action que le soufre exerce *à froid* sur les bases alcalines et alcalino-terreuses ne paraît pas avoir été l'objet des recherches des chimistes.

» Quant aux oxydes appartenant aux autres sections, on s'accorde à admettre que le soufre ne réagit pas sur eux en présence de l'eau, si l'on en excepte, toutefois, quelques-uns de la dernière : le soufre réduisant ceux-ci à l'état métallique et se transformant lui-même en acide sulfurique.

» Les expériences suivantes ne s'accordent pas avec cette opinion.

» L'oxyde d'argent et la litharge, chauffés en tubes scellés avec de l'eau et du soufre, se transforment en sulfures d'argent et de plomb et en sulfates :

$$4PbO + 4S + Aq = 3PbS + PbO, SO^3 + Aq \ldots\ldots\ldots \quad +31^{Cal},7$$

Soit pour $1^{éq}$ de PbO employé...................... $+\ 7^{Cal},9$

» Il est bon d'observer que l'oxyde d'argent et la litharge se dissolvent dans l'eau en très petite quantité. Mais le soufre agit, dans les mêmes conditions, sur des bases entièrement insolubles.

» C'est ainsi que le minium, l'oxyde de mercure (HgO), l'oxyde de cuivre anhydre (CuO), chauffés à 100° avec du soufre en présence de l'eau, dans des tubes scellés, donnent lieu à la production d'un sulfate et d'un sulfure.

» Dans le cas particulier de l'oxyde de cuivre, la réaction se manifeste par la coloration bleue que donne au liquide le sulfate qui s'y dissout.

$$4CuO + 4S + Aq = 3CuS + CuO, SO^3 + Aq \ldots\ldots\ldots \quad +38^{Cal},7$$

» Dans cette action du soufre sur les bases insolubles ou du moins peu solubles, il y a un fort écart thermique en faveur du second système. Il ne faudrait pas toutefois en conclure que cette condition est suffisante et que le soufre décomposera les bases en présence de l'eau à 100°, lorsque des calculs thermiques effectués sur des équations analogues aux précédentes auront permis de constater que cette condition est remplie. A ce compte-là, l'oxyde de zinc, les oxydes de fer, etc., se comporteraient avec le soufre comme les oxydes de cuivre ou de mercure.

$$4ZnO + 4S + Aq = 3ZnS + ZnO, SO^3 + Aq \ldots\ldots\ldots \quad +27^{Cal},3$$

» Or le sesquioxyde de fer est à peine décomposé par le soufre, et l'oxyde de zinc ne l'est pas du tout.

» Si l'on considère que la chaleur de formation est de $31^{Cal},9 \times 3$ pour Fe^2O^3, et de $43^{Cal},2$ pour ZnO, tandis que celle de HgO atteint à peine $15^{Cal},5$ et que celle du cuivre ne dépasse pas $19^{Cal},2$, on peut présumer qu'une base insoluble sera décomposée par le soufre en présence de l'eau et à la température de 100°, lorsque la chaleur de formation de cette base sera peu élevée.

» Du reste, la décomposition, lorsqu'elle a lieu, se produit très lentement, surtout pour les oxydes absolument insolubles, et il est important de broyer préalablement dans un mortier les deux corps, oxyde et soufre, avec un peu d'eau, de manière à rapprocher autant que possible les particules qui doivent réagir. Le travail chimique est ainsi rendu plus facile et met moins de temps à s'accomplir, bien que le contact des particules soit encore très incomplet. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les tensions maxima de vapeur de l'acétate de soude.* Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« I. On peut constituer avec l'acétate de soude et l'eau des systèmes de différents ordres.

» Une série I se prépare à la température ordinaire avec le sel cristallisé $C^4H^3NaO^4, 6HO$.

» Une série II s'obtient à froid en employant le sel déshydraté et fondu.

» Une série III s'obtient en chauffant jusqu'à complète dissolution les systèmes précédents et refroidissant (les séries II et III doivent être soustraites à l'action des poussières de l'air) [1].

» Les tensions maxima sont les suivantes à + 20° :

---

[1] Une autre série distincte s'obtiendrait sans doute avec l'hydrate de M. Gernez, $C^4H^3NaO^4, 3HO$.

	Systèmes solides. I.	Systèmes solides ou partiellement liquides. II.	Systèmes liquides. III.
	mm	mm	mm
$C^4H^3NaO^4 +$ 0,32 HO......	4,4	6,1	»
» 5,36 HO......	4,4	6,1	»
» 6,23 HO......	12,3	6,7	»
	Systèmes partiellement liquides.		
	mm		
» 7,51 HO......	12,4	»	5,7
		Systèmes entièrement liquides.	
		mm	
» 8,77 HO......	»	7,3	
» 10,11 HO......	»	8,7	
» 13,87 HO......	»	10,9	
» 16,43 HO......	»	11,9	
» 18,5 HO......	12,4	»	
	Systèmes entièrement liquides.		
		mm	
» 21 HO......		13,2	
» 36 HO......		14,9	
» 81,5 HO......		16,4	
» 157 HO......		16,8	

» On voit, entre certaines limites, l'existence d'au moins trois ordres de systèmes isomériques. Quand l'eau est en quantité suffisante pour donner une solution parfaite, les trois séries se confondent en une seule. *La différentiation a donc lieu au moment du changement d'état physique.*

» 2. La série III ne comprend que des systèmes entièrement liquides. Elle présente une tension qui décroît d'une façon régulière et à peu près proportionnellement à la quantité d'acétate anhydre ajoutée, comme le montre le Tableau suivant :

Poids d'acétate anhydre pour 100 parties d'eau.	Diminution de la tension à + 20° mesurée.	calculée.
5,7	0,6	0,55
10,9	1,0	1,0
24,7	2,5	2,5

Poids d'acétate anhydre pour 100 parties d'eau.	Diminution de la tension à + 20° mesurée.	calculée.
42,3	4,2	4,1
55,44	5,5	5,3
66,65	6,5	6,3
90,16	8,7	8,7
103,9	10,1	10,0
121,63	11,7	11,7 [1]

» La diminution de la tension maximum étant, suivant Wüllner, proportionnelle au poids du composé existant réellement dans le système, on voit que les dissolutions d'acétate de soude contiendraient presque exclusivement le sel à l'état anhydre. Cette constitution s'étendrait à l'état de sursaturation, qui se montre ici la continuation exacte de l'état de solution proprement dit.

» 3. La série I, pendant la période correspondant à la saturation de la solution, offre une tension maximum constante, $12^{mm},4$ environ. Au voisinage de $C^4H^3NaO^4, 6HO$, celle-ci diminue brusquement et prend la valeur $4^{mm},4$, qu'elle conserve jusqu'à déshydratation totale.

» L'hydrate $C^4H^3NaO^4, 6HO$ se trouve nettement indiqué. Il contient, comme on voit, toute son eau en un seul bloc et se déshydrate sans fournir de composés intermédiaires. Il présente les tensions maxima suivantes :

Températures.	Tensions en millimètres de mercure.
15°	2,4 mm environ
20	4,4
30	10,5
40	20,6
50	35,3

» A 58°, le sel fond.

» La force élastique moyenne de la vapeur d'eau atmosphérique étant, aux températures ordinaires, supérieure à la tension de dissociation de l'hydrate $C^4H^3NaO^4, 6HO$ et inférieure à la tension maximum de sa dissolution saturée, ce sel n'est ni efflorescent ni déliquescent.

---

(1) Le calcul a été fait en supposant que l'addition de 1^{gr} d'acétate anhydre à 100^{gr} d'eau distillée produise dans la tension maximum un abaissement de $0^{mm},0962$.

» 4. La série II offre des tensions à peu près constantes, $6^{mm},1$ à $6^{mm},7$. Cette tension correspond à la dissolution saturée d'acétate de soude anhydre; comme elle est inférieure à la force élastique moyenne de la vapeur d'eau contenue dans l'air, l'acétate de soude anhydre sera déliquescent.

» 5. Ces faits renferment l'explication des particularités observées en 1860 par M. Reischauer (¹), touchant l'hydratation de l'acétate de soude. Le sel hydraté s'effleurit dans l'air sec et devient anhydre; exposé ensuite à l'air, il n'est point déliquescent, mais reprend seulement les $6^{éq}$ d'eau qu'il a perdus. L'acétate fondu, au contraire, attire jusqu'à $14^{éq}$ d'eau et se transforme en un liquide. Ce dernier fera une sursaturation, qui, au contact d'un germe convenable, laisse cristalliser l'acétate à $6^{éq}$ et perd ensuite à l'air libre l'excédent d'eau.

» M. Berthelot (²) a montré, en se servant de la méthode calorimétrique, qu'il n'y a isomérie ni entre les sels solides ni entre les dissolutions étendues des divers acétates de soude; mais que les anomalies signalées par M. Reischauer étaient sous la dépendance des propriétés des solutions sursaturées : conclusion en tous points conforme aux résultats obtenus ici par une méthode différente. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des isobutylamines.* Note de M. **H. Malbot**, présentée par M. Friedel.

« Reimer (³) a certainement produit les trois isobutylamines à la fois, en chauffant le bromure d'isobutyle avec de l'ammoniaque en solution alcoolique; mais la triisobutylamine était en très faible proportion, et pour l'obtenir en quantité suffisante, il a repris les produits supérieurs de la première opération et les a soumis « de nouveau » à l'action du bromure d'isobutyle.

» Cette grande inégalité dans la proportion des trois bases n'offre rien de singulier, car l'action de l'ammoniaque sur les éthers simples et sur l'éther azotique de l'alcool méthylique fournit les sels correspondants de monométhylamine en grande quantité, ceux de tétraméthylammonium en quantité

(¹) Reischauer, *Sur la déliquescence de l'acétate de soude anhydre et sur ses solutions sursaturées* (*Annales de Chimie et de Pharmacie*, t. CXV, p. 116).

(²) M. Berthelot, *Sur quelques valeurs et problèmes calorimétriques* (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 973).

(³) *Deutsche Chem. Geselsch.*, p. 756; 1870.

notable et ceux de di- et de triméthylamine en très petite quantité. D'autre part, l'ammoniaque, en réagissant sur le chlorure d'éthyle, donne principalement les chlorures de mono- et de diéthylammonium et ceux de tri- et de tétraéthylammonium en très faible proportion.

» Cependant, en chauffant le chlorure d'isobutyle, au lieu du bromure, avec de l'ammoniaque dissoute non dans l'alcool ordinaire, mais soit dans l'alcool isobutylique, soit dans l'eau, j'ai obtenu dans les deux cas les trois isobutylamines dans des proportions peu inégales, et dont la plus forte appartenait à la triisobutylamine.

» Ce résultat est directement opposé à celui qu'indique Reimer. La raison n'en doit pas résider dans la différence de milieu; car, lorsque l'eau sert de solvant à l'ammoniaque, la réaction devrait différer autant de celle qui *s'est produite* en présence de l'alcool isobutylique que de celle que Reimer a observée en présence de l'alcool ordinaire.

» L'emploi de l'alcool isobutylique de préférence à l'alcool éthylique avait, d'ailleurs, pour unique objet d'empêcher qu'une portion du chlorure d'isobutyle ne se transformât en chlorure d'éthyle et qu'ainsi les isobutylamines ne fussent mélangées d'éthylamines.

» La substitution du chlorure d'isobutyle au bromure influe peut-être sur les proportions des bases produites, mais une plus grande influence appartient sans doute à la proportion même des corps réagissants.

» Une divergence analogue a reçu une explication de cette nature dans une Note présentée récemment à l'Académie par M. Duvillier et moi ([1]). Carey-Lea avait indiqué que l'action de l'azotate de méthyle sur un égal volume d'ammoniaque aqueuse fournissait les trois méthylamines; nous avons fait remarquer que la donnée de Carey-Lea manquait de précision, et, pour opérer nous-mêmes avec la précision désirable, nous avons *titré* la solution ammoniacale et nous l'avons employée à raison de 1^{mol} d'ammoniaque pour 1^{mol} d'azotate de méthyle. Cette proportion est conforme au système d'équations qui explique la formation, à l'état de sels, des ammoniums dérivés d'un même éther :

$$
(I)\quad \left\{\begin{array}{l}
AR + AzH^3 = A.AzRH^3, \\
2AR + 2AzH^3 = A.AzR^2H^2 + A.AzH^4, \\
3AR + 3AzH^3 = A.AzR^3H + 2A.AzH^4, \\
4AR + 4AzH^3 = A.AzR^4 \quad + 3A.AzH^4.
\end{array}\right.
$$

([1]) *Comptes rendus*, t. C, p. 177; 1885.

» Dans ces conditions, nous avons constaté que les azotates de mono- et de tétraméthylammonium se forment en grande quantité et ceux de di- et de triméthylammonium en quantité très petite.

» Or Reimer ne fait pas connaître dans quel rapport il met en présence l'ammoniaque avec le bromure d'isobutyle : pour ma part, j'ai employé le chlorure isobutylique et l'ammoniaque en proportion équimoléculaire.

» Il ne s'ensuit pas que, dans mes expériences sur les isobutylamines, les réactions se soient réellement accomplies entre nombres égaux de molécules. En effet, j'ai obtenu ces bases non à l'état de sels, mais directement à l'état de liberté.

» Je démontrerai plus tard, par des expériences d'ordre chimique appuyées sur des relations de nombres, que, pour rendre compte de cet état particulier, il ne suffit pas de recourir à l'hypothèse d'un phénomène de dissociation ou d'une action décomposante exercée par l'eau : il convient plutôt d'adjoindre au système d'équations (I) un système complémentaire, ou d'y substituer un nouveau système qui équivaut numériquement aux deux autres.

» Mais comme l'état de liberté n'a pas été encore donné comme normal et régulier dans la préparation des amines; comme je n'ai pas voulu y croire moi-même; comme, enfin, je ne l'ai reconnu qu'après l'étude d'isobutylamines retirées de leurs sels, je ne décrirai pas d'abord les détails de la préparation que j'ai exécutée.

» Je commencerai par indiquer les traitements destinés à séparer les isobutylamines que j'ai produites et à donner successivement les preuves de leur existence.

» Je suivrai ainsi, dans l'exposé des résultats que j'ai obtenus, l'ordre naturel des investigations qui m'y ont conduit.

» Je me bornerai à consigner ici les proportions suivant lesquelles se produisent les trois bases quand on emploie de l'ammoniaque aqueuse. Ce sont :

» 1 partie de monoisobutylamine,

» 4 parties de diisobutylamine,

» 5 parties de triisobutylamine.

» Les trois isobutylamines se forment donc dans des proportions qui ne sont pas très différentes, et, comme le rendement est excellent, l'opération qui les fournit constitue un véritable mode de préparation de toutes ces amines à la fois. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Isomérie des camphols et des camphres. Camphols de garance, de Bornéo et de succin.* Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« *Camphol de garance.* — Ce camphol a été découvert dans les résidus de la distillation de l'alcool de garance, par M. Jeanjean, à l'obligeance duquel nous devons d'avoir quelques grammes de ce produit.

» Dissous dans l'éther de pétrole, le camphol de garance cristallise sous forme de tables hexagonales, analogues à celles des autres camphols étudiés. Son pouvoir rotatoire et son point de fusion sont les mêmes que ceux de ces mêmes camphols. On a préparé le camphre, l'acide camphorique et le camphre monobromé correspondants. Les quantités de ces dérivés obtenus ont été si faibles, qu'il n'a pas été possible de déterminer leur pouvoir rotatoire au même degré de concentration que celui des dérivés des camphols de N'gai et de valériane. On s'est borné à prendre leur point de fusion.

	Points de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Camphol de garance........	208,1	$(\alpha)_D = 37°,8$ à $24°$
Camphre..................	176,9	»
Camphre monobromé.......	75,7	»
Acide camphorique.........	186,5	»

» Ainsi que le montrent les nombres ci-dessus, les points de fusion des dérivés de ce camphol concordent avec ceux des dérivés correspondants des autres camphols gauches.

» *Camphol de Bornéo* (Dryobalanops camphora). — Signalé pour la première fois par Martins, ce camphol fut étudié par Pelouze, qui en détermina la composition. Biot et Montgolfier en prirent le pouvoir rotatoire. M. Berthelot en établit la fonction. Enfin, M. Kœhler l'étudia à son tour et en prépara le camphre et l'acide camphorique, qu'il trouva identiques au camphre et à l'acide camphorique ordinaires. Nous devons à l'obligeance de M. Berthelot et à celle de M. Franchimont les deux échantillons examinés par nous. Ils avaient, l'un et l'autre, le même aspect extérieur et fournirent les mêmes dérivés.

» Les pouvoirs rotatoires et les points de fusion de ce camphol et des composés qui s'y rattachent sont représentés dans le Tableau ci-après,

On a mis en regard les mêmes constantes physiques du camphre ordinaire et de ses dérivés correspondants.

	Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires.
Camphol de Bornéo	208,4	$(\alpha)_D = + \ 37,33$
Camphre.................	177,8	» $= + \ 42,32$
Camphre monobromé......	76,3	» $= + 127,50$
Acide camphorique........	186,5	» $= + \ 46,00$
Camphre ordinaire........	178,4	$(\alpha)_D = + \ 42,21$
Camphre monobromé......	76,3	» $= + 127,70$
Acide camphorique........	187,9	» $= + \ 46,00$

» Il résulte de ces données comparatives qu'il y a identité entre les dérivés du camphol de Bornéo et ceux du camphre ordinaire.

» *Camphol de succin.* — Ce camphol a été retiré du succin. Pour sa préparation, on a suivi les prescriptions de MM. Berthelot et Buignet, qui ont été les premiers à déterminer la vraie nature de ce produit. Purifié par des cristallisations successives dans l'éther de pétrole, ce camphol finit par avoir la même odeur de camphre et de poivre, et la même forme cristalline que les isomères déjà signalés. Il diffère néanmoins de ceux-ci par son pouvoir rotatoire. De plus, il n'a pas été possible d'obtenir avec son camphre un dérivé monobromé analogue aux autres camphres monobromés. Quand on chauffe le camphre de succin avec une molécule de brome, dans les mêmes conditions que les autres camphres, il y a un abondant dégagement d'acide bromhydrique; seulement, le produit de la réaction se prend par le refroidissement en une masse butyreuse qui, pressée entre des doubles de papier à filtrer et soumise à des cristallisations répétées dans l'alcool, fournit finalement une très petite quantité de camphre monobromé, fondant à 75° et déviant la lumière polarisée à droite. La majeure partie du produit reste sous la forme d'une masse à aspect confusément cristallin et fondant au-dessous de 50°.

» L'oxydation du camphre de succin fournit également un acide camphorique différent des acides obtenus avec les autres bornéols. Cet acide fond à 202° et est moins soluble dans l'eau que les autres acides camphoriques droits et gauches. Nous donnons ci-dessous les points de fusion et les pouvoirs rotatoires observés.

	Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires.
Camphol de succin	208°,6	$(\alpha)_D = +4.32$
Camphre	177°,3	$= +6.57$
Camphre monobromé	Une faible quantité fond à 75°, la majeure partie au-dessous de 50°.	faible déviation à droite.
Acide camphorique	202°	inactif.

» Des recherches commencées avec le camphre inactif par compensation, recherches que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie prochainement, semblent démontrer que le camphol de succin est un mélange à parties inégales de camphol droit et de camphol gauche. Les petites quantités de camphre monobromé droit qu'on a obtenues proviennent de ce que, dans ce mélange, le camphol droit domine.

» En résumé, de l'ensemble de nos études sur les camphols naturels (¹), il est permis de tirer les conclusions suivantes :

» 1° Tous ces camphols sont chimiquement identiques ; ils ne diffèrent entre eux que par leur action sur la lumière polarisée.

» Les camphols de garance, de valériane, de N'gai, de Bang-Phiên possèdent le même pouvoir rotatoire moléculaire à gauche $(\alpha)_D = -37°$ environ. Le camphre correspondant à ces camphols est identique au camphre de matricaire.

» 3° Le camphol du *Dryobalanops camphora* a un pouvoir rotatoire égal à celui des camphols ci-dessus, mais de sens contraire, $(\alpha)_D = +37°$ environ. Les dérivés, camphre, acide camphorique, camphre monobromé, sont identiques au camphre, à l'acide camphorique et au camphre monobromé ordinaires.

» 4° Le camphol de succin semble être constitué, en majeure partie, par un camphol racémique mélangé au bornéol droit. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de quelques alcoolates de potasse.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« I. *Propylate de potasse :* $C^6H^7KO^2$. — La préparation de cet alcoolate se fait de la même manière que celle du méthylate et de l'éthylate.

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CIII, p. 64, et t. CIII, p. 151.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7KO^2$.
K pour 100...............	39,57	39,86

» La dissolution dans l'eau ($1^{éq}$ dans 4^{lit}) a donné :

$+14^{Cal},92$ pour $1^{éq}$ ($98^{gr},1$) entre 12° et 15°.

» Le liquide additionné de son volume d'eau fournit encore $+0^{Cal},16$.

» Le mélange des deux dissolutions d'alcool propylique

($1^{éq} = 2^{lit}$) et de potasse ($1^{éq} = 2^{lit}$) dégage seulement $+0^{Cal},005$.

» Enfin, j'ai obtenu précédemment, pour la réaction

$$K \text{ sol.} + (n+1)C^6H^8O^2 \text{ liq.} = C^6H^7KO^2 \text{ dissous dans } nC^6H^8O^2 \text{ liq.} + H \text{ gaz.},$$

le nombre $+47^{Cal},68$.

D'où l'on peut conclure :

	Cal
$C^6H^8O^2$ liq. + KO sol. = $C^6H^7KO^2$ sol. + HO sol..................	+22,55
$C^6H^8O^2$ liq. + KHO^2 sol. = $C^6H^7KO^2$ sol. + H^2O^2 sol..............	+ 2,06
$C^6H^7KO^2$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^6H^8O^2$ liq. + KHO^2 sol..............	— 0,63
$C^6H^8O^2$ liq. + K sol. = $C^6H^7KO^2$ sol. + H gaz.....................	+35,93
$C^6H^7KO^2$ sol. + $nC^6H^8O^2$ liq. = $C^6H^7KO^2$ diss. dans $nC^6H^8O^2$ liq..	+11,75

» L'alcool propylique qui a servi à ces expériences est l'alcool propylique normal de fermentation.

» II. *Isobutylate de potasse :* $C^8H^9KO^2$. — Ce composé se prépare par le même procédé. Le maniement de cet alcoolate en présence de l'air est presque impossible. En quelques secondes, au contact de l'air, il s'échauffe en dégageant des vapeurs abondantes, tandis que la masse se colore en brun et même devient noire. Ce caractère, que je n'avais point constaté sur le méthylate de potasse, est déjà sensible pour l'éthylate, plus marqué encore pour le propylate; avec le butylate et surtout l'amylate, il rend fort difficile la préparation de ces corps.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^8H^9KO^2$.
K pour 100..............................	34,34	34,88

» La dissolution dans l'eau ($1^{éq}$ dans 4^{lit}) a donné

$+17^{Cal},16$ pour $1^{éq}$ ($112^{gr},1$),

et le liquide additionné de son volume d'eau dégage encore $+0^{Cal},25$.

» Le mélange des deux dissolutions d'alcool isobutylique ($1^{éq} = 2^{lit}$) et de potasse ($1^{éq} = 2^{lit}$) fournit $+ 0^{Cal},01$.

» En outre, j'ai obtenu, à la même température (12°-15°), pour la réaction

$$K \text{ sol.} + (n+1) C^8H^{10}O^2 \text{ liq.} = C^8H^9KO^2 \text{ diss. dans } n C^8H^{10}O^2 \text{ liq.} + H \text{ gaz},$$

le nombre $+ 42^{Cal},42$.

» D'où l'on déduit :

	Cal
$C^8H^{10}O^2$ liq. + KO sol. = $C^8H^9KO^2$ sol. + HO sol	+ 20,15
$C^8H^{10}O^2$ liq. + KHO^2 sol. = $C^8H^9KO^2$ sol. + H^2O^2 sol	− 0,34
$C^8H^9KO^2$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^8H^{10}O^2$ liq. + KHO^2 sol	+ 1,76
$C^8H^{10}O^2$ liq. + K sol. = $C^8H^9KO^2$ sol. + H gaz	+ 33,53
$C^8H^9KO^2$ sol. + $n C^8H^{10}O^2$ liq. = $C^8H^9KO^2$ diss. dans $n C^8H^{10}O^2$ liq.	+ 8,89

» L'alcool isobutylique employé est l'alcool de fermentation.

» III. *Amylate de potasse :* $C^{10}H^{11}KO^2$. — L'alcoolate obtenu est en cristaux blancs, soyeux, très altérables à l'air.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^{11}KO^2$.
K pour 100	30,68	31,00

» La dissolution dans l'eau ($1^{éq}$ dans 4^{lit}) a donné

$$+ 13^{Cal},98 \text{ pour } 1^{éq} \ (126^{gr},1).$$

» Le liquide additionné de son volume d'eau dégage encore $+ 0^{Cal},34$.

» Le mélange des dissolutions d'alcool amylique ($1^{éq} = 2^{lit}$) et de potasse ($1^{éq} = 2^{lit}$) fournit $+ 0^{Cal},03$.

» Enfin, j'ai obtenu, pour la dissolution du potassium :

$$K \text{ sol.} + (n+1) C^{10}H^{12}O^2 \text{ liq.} = C^{10}H^{11}KO^2 \text{ dissous dans } n C^{10}H^{12}O^2 \text{ liq.} + H \text{ gaz}.$$

» D'où l'on peut conclure :

	Cal
$C^{10}H^{12}O^2$ liq. + KO sol. = $C^{10}H^{11}KO^2$ sol. + HO sol	+ 23,27
$C^{10}H^{12}O^2$ liq. + KHO^2 sol. = $C^{10}H^{11}KO^2$ sol. + H^2O^2 sol	+ 2,78
$C^{10}H^{11}KO^2$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^{10}H^{12}O^2$ liq. + KHO^2 sol	− 1,35
$C^{10}H^{12}O^2$ liq. + K sol. = $C^{10}H^{11}KO^2$ sol. + H gaz	+ 36,65
$C^{10}H^{11}KO^2$ sol. + $n C^{10}H^{12}O^2$ liq. = $C^{10}H^{11}KO^2$ diss. dans $n C^{10}H^{12}O^2$ liq.	+ 8,59

» L'alcool employé est l'alcool amylique de fermentation.

» IV. On peut rapprocher les nombres obtenus plus haut de ceux qui correspondent aux réactions analogues faites avec l'eau, l'alcool mé-

thylique, l'alcool éthylique, soit : avec l'eau et le potassium,

$+21^{Cal},92$, $+1^{Cal},43$, $+0^{Cal},00$, $+35^{Cal},30$, $+12^{Cal},50$,

avec l'alcool méthylique et le potassium,

$+24^{Cal},79$, $+4^{Cal},30$, $-2^{Cal},87$, $+38^{Cal},17$, $+12^{Cal},76$;

avec l'alcool éthylique et le potassium,

$+22^{Cal},28$, $+1^{Cal},79$, $-0^{Cal},36$, $+35^{Cal},66$, $+13^{Cal},59$;

et remarquer que les réactions semblables dégagent en général la même quantité de chaleur, ou sensiblement. Les différences portent principalement sur le cinquième nombre de chaque série, qui représente la chaleur de dissolution des alcoolates dans un excès de l'alcool correspondant. Elles tiennent à la dissociation plus ou moins grande des alcoolates polyalcooliques, facteur très variable, même pour les composés les plus voisins.

» V. On a, à partir des éléments :

K sol. + H gaz. + O^2 gaz. = KHO^2 sol	$+104^{Cal},32$
K sol. + C^2 sol. (diamant) + H^3 gaz. + O^2 gaz. = $C^2H^3KO^2$ sol	$+100,19$
K sol. + C^4 sol. + H^5 gaz. + O^2 gaz. = $C^4H^5KO^2$ sol	$+106,18$
K sol. + C^6 sol. + H^7 gaz. + O^2 gaz. = $C^6H^7KO^2$ sol	$+102,95$
K sol. + C^8 sol. + H^9 gaz. + O^2 gaz. = $C^8H^9KO^2$ sol	$+117,55$
K sol. + C^{10} sol. + H^{11} gaz. + O^2 gaz. = $C^{10}H^{11}KO^2$ sol	$+129,67$

» Les quatre premiers nombres sont presque identiques. Les deux autres correspondent à des alcools dont l'équivalent est plus élevé et qui ne sont plus des alcools primaires normaux. Cette dernière circonstance diminue l'intérêt de ces comparaisons.

» Cette réserve faite, on voit que les analogies signalées précédemment se poursuivent sous tous les états. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur quelques points relatifs à l'action de la salive sur le grain d'amidon.* Note de M. **Em. Bourquelot.**

« D'après Nägeli, le grain d'amidon se compose de deux substances différentes au point de vue chimique : l'une, qu'il appelle *granulose*, est dissoute par la salive à une température qui varie entre 45° et 55°, suivant la provenance du grain; l'autre, qu'il nomme *cellulose*, résiste à l'action de

ce dissolvant. Ce dernier nom étant celui sous lequel on désigne la matière constitutive de la paroi cellulaire, les botanistes ont adopté, pour la seconde substance de Nägeli, le nom d'*amylose*, qui évite toute confusion.

» Si l'on réfléchit qu'à la température ordinaire la salive n'a pas d'action sur l'amidon cru et qu'elle ne le dissout que lorsqu'il a été hydraté, par l'action de l'eau et de la chaleur, on sera amené à supposer que le phénomène de dissolution, qui a été le point de départ de l'hypothèse du savant allemand, se passe en deux temps : 1° hydratation d'une partie de la substance du grain par l'eau, à la température de l'expérience; 2° saccharification de l'amidon ainsi hydraté, par la diastase que renferme la salive.

» L'examen de cette manière de comprendre l'action de la salive sur le grain est, en réalité, moins simple qu'il ne paraît tout d'abord. C'est qu'en effet la salive n'est pas une solution de diastase dans l'eau distillée : elle renferme différents sels, dont la présence peut favoriser ou entraver l'action hydratante de l'eau.

» Dans une première série de recherches, on a suivi la méthode suivante. De la fécule de pommes de terre, préalablement débarrassée de toute trace de glucose par lavage, est délayée dans l'eau, portée et maintenue à une température donnée, pendant un temps déterminé. Le liquide étant ensuite refroidi, on l'additionne de salive, on attend la fin de l'action du ferment et l'on fait un dosage de la matière sucrée produite, au moyen de la liqueur cupro-potassique.

» Il est bon de rappeler que, dans l'action de la diastase sur l'amidon hydraté, quelsque soient l'excès du ferment et la durée du contact, on n'obtient qu'un mélange de dextrines et de maltose. Ce n'est donc pas du glucose qui réduira ici la liqueur cuivrique.

» Mais, comme il s'agit de juger comparativement de l'action exercée par l'eau sur l'amidon à diverses températures, il n'est pas utile de tenir compte de cette particularité. Il suffit de faire les dosages de la matière réductrice comme si cette matière était du glucose. En établissant les rapports entre ces résultats et ceux qu'on aurait obtenus si l'amidon avait été transformé en totalité en glucose, on a des chiffres représentant fidèlement le travail effectué par le ferment; et, comme celui-ci, agissant à la température ordinaire, laisse intacte la partie respectée par l'eau dans la première phase de l'expérience, on a ainsi la mesure exacte du travail effectué par l'hydratation.

Dans le Tableau suivant, la première colonne donne les températures, la deuxième

les pouvoirs réducteurs observés dans chaque expérience et entendus comme il vient d'être dit [1].

» La quantité de fécule traitée dans chaque essai était de $0^{gr},40$. Cette fécule était délayée dans 15^{cc} d'eau distillée. Le tout était maintenu, pendant trois heures et demie, à une température déterminée, refroidi, puis additionné de 3^{cc} de salive filtrée. L'analyse était faite vingt-quatre heures plus tard :

Température.	Pouvoir réducteur.	Température.	Pouvoir réducteur.
54°	3,63	64°	37,64
55	8,20	66	44,86
56	11,33	68	45,48
58	18,71	70	46,78
60	30,04	72	47,81
62	35,40	74	48,16

» Comme on le voit, l'action hydratante de l'eau commence vers 53°, et elle va en s'accroissant d'une façon assez irrégulière jusque vers 74°. A partir de là, le pouvoir réducteur n'augmente plus sensiblement.

» Dans une deuxième série d'essais, l'expérience n'était pas décomposée : 12^{cc} d'eau, additionnés de 3^{cc} de salive filtrée, étaient d'abord portés à la température voulue. On ajoutait la fécule et on laissait à l'étuve pendant trois heures et demie. Ces essais ont d'ailleurs été faits en même temps que ceux qui précèdent et, en quelque sorte, parallèlement. Les résultats en sont consignés dans le Tableau suivant :

Température.	Pouvoir réducteur.	Température.	Pouvoir réducteur.
54°	9,74	64°	33,08
55	12,35	66	38,52
56	14,55	68	35,21
58	18,20	70	4,13
60	24,44	72	0
62	29,80	74	0

» La comparaison de ces deux Tableaux, ainsi que des expériences particulières effectuées en traitant l'amidon par la salive à des températures comprises entre 35° et 54°, montre que la salive agit sur cet amidon à une température inférieure à celle où l'eau seule commence à l'hydrater.

» D'autre part, l'eau très légèrement alcalinisée ou acidifiée ($0^{gr},05$ pour 1000), l'eau additionnée de chlorure de sodium ou de phosphate de soude

[1] Voir d'ailleurs, sur ce point, mon Mémoire *Sur l'action des sucs digestifs des Céphalopodes sur les matières amylacées* (*Arch. de Zool. expér.*, 1882, p. 32 du tirage à part).

(1 pour 1000) ne déterminent aucune hydratation de la matière amylacée aux températures inférieures à 53°. La salive, simplement débarrassée de son ferment par ébullition, n'est guère plus active. Tandis qu'en traitant, par exemple, de la fécule par de la salive normale, à 47°, pendant dix heures, on obtient un pouvoir réducteur de 10,91, en décomposant l'opération, la salive bouillie étant employée comme premier liquide, on n'arrive qu'à un pouvoir réducteur de 1,14.

» Il paraît donc certain que la présence de la diastase dans la salive favorise l'action hydratante de celle-ci sur le grain d'amidon.

» Quoi qu'il en soit, l'examen attentif des résultats qui viennent d'être exposés conduit à certaines conclusions, qu'on peut énoncer de la façon suivante : 1° à la température où l'eau commence à transformer la fécule en amidon hydraté saccharifiable par la salive à la température ordinaire, l'eau additionnée de salive exerce une action supérieure à l'action exercée par l'eau et la salive employées successivement, et dans les conditions qui ont été indiquées; 2° cette supériorité se continue en diminuant de valeur jusque vers 58°. Les actions sont alors à peu près égales dans les deux cas. L'avantage est ensuite à l'essai décomposé.

» Ce dernier fait ne peut évidemment se concevoir que si l'on admet qu'à partir de 58° environ la diastase salivaire commence à être détruite partiellement ou *atténuée*. Cette atténuation va d'ailleurs en augmentant, et, vers 71°, la diastase a perdu toute activité. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur l'intoxication mercurielle. Lésions des nerfs périphériques dans cette intoxication.* Note de M. **Maurice Letulle.**

« J'ai observé, dans les services hospitaliers placés sous ma direction, un certain nombre de malades atteints d'hydrargyrisme chronique professionnel. Les accidents paralytiques causés par cette intoxication ont surtout fixé mon attention. Leurs caractères essentiels peuvent se grouper ainsi : localisation fréquente à un ou plusieurs membres; conservation des signes normaux de la contractilité faradique et galvanique; absence d'amyotrophie; persistance des réflexes tendineux; coexistence de troubles sensitifs et de paralysies motrices dans les régions atteintes.

» Les mêmes phénomènes moteurs et sensitifs ont été retrouvés par moi, quelle qu'ait été la cause de l'intoxication, même avec le mercure

métallique, comme j'ai pu m'en assurer en étudiant les maladies des mineurs, lors de mon séjour à Almaden.

» Le rapprochement qui s'offrait entre ces accidents et les paralysies saturnines ne m'a pas empêché de constater des dissemblances symptomatiques me faisant arriver à deux conclusions : 1° les paralysies mercurielles localisées indiquent l'existence de lésions matérielles circonscrites aux nerfs périphériques; 2° les différences symptomatiques évidentes entre les paralysies saturnines et hydrargyriques autorisent à admettre l'existence d'altérations non identiques, peut-être spéciales au mercure.

» Désireux de confirmer mon raisonnement par des preuves anatomopathologiques, j'ai dû, faute de nécropsie humaine, tâcher de reproduire sur les animaux l'hydrargyrisme chronique. Dans ce but, j'ai fait des injections sous-cutanées de sublimé, soit au voisinage d'un tronc nerveux, soit à distance, et des inhalations de nitrate acide de mercure ou de mercure métallique. Les nerfs qui ont subi l'atteinte directe de doses infinitésimales de sublimé présentent des altérations régressives caractérisées par la fragmentation de la myéline en poussière de plus en plus ténue et sa résorption amenant la vacuité de la gaine de Schwann; l'intégrité du cylindraxe et du noyau segmentaire et leur isolement au milieu du segment interannulaire émacié; bref, absence de lésions inflammatoires, tous les désordres se résumant en une dénutrition rapide d'un certain nombre de segments interannulaires successifs.

» Chez d'autres animaux lentement intoxiqués par la méthode souscutanée ou par les voies respiratoires, les nerfs périphériques m'ont montré des altérations matérielles identiques aux précédentes, mais beaucoup plus tardives. Il ne s'agit pas de lésions inflammatoires, mais de troubles trophiques portant spécialement sur la myéline, dont la régression et la disparition progressives ne s'accompagnent que de modifications peu notables du noyau segmentaire et respectent longtemps l'intégrité du cylindraxe. Ces lésions sont également *segmentaires*, selon la dénomination de M. A. Gombault; elles se localisent à plusieurs segments interannulaires successifs, sans atteindre dans sa totalité la continuité du tube nerveux. Elles sont, en outre, *péri-axiles*, en ce sens que le cylindraxe résiste un temps très long aux altérations qui frappent ses enveloppes.

» On peut résumer ainsi la progression des lésions : au début, la myéline, devenue diffluente, subit dans la gaine, sous l'action des réactifs, un retrait notable et met à nu le cylindraxe au voisinage des étranglements annulaires, tandis qu'au milieu du segment elle s'est normalement

coagulée. Souvent aussi elle a formé un grand nombre de boules de 5 à 10 μ, ou bien elle présente un fond gris pâle sur lequel tranche un pointillé noirâtre (état sablé); autant d'aspects exceptionnels dans les nerfs sains, et qui semblent indiquer déjà des modifications dans la composition chimique de la graisse de constitution.

» Bientôt, la myéline, profondément altérée, pâlit davantage. Souvent, le segment interannulaire se tuméfie tout entier (tuméfaction pâle), donnant ainsi l'apparence d'une myéline de plus en plus pauvre en graisse. Tous les autres éléments du segment restent encore normaux. Plus tard, la myéline segmentée, réduite par endroits à l'état pulvérulent, formera dans la gaine de Schwann, partiellement vidée, des îlots fusiformes, concentrés autour du noyau segmentaire tuméfié et destinés à disparaître à leur tour.

» Un jour enfin (bien tardivement, à en juger par mes expériences, qui dépassent déjà quatre mois), le tube, émacié, filiforme, ne montre presque plus trace de son ancienne structure ; à peine voit-on de distance en distance quelque pâle fragment de myéline, quelque noyau atrophié permettant de soupçonner le milieu d'un ancien segment interannulaire; le filament axile ne s'isole plus bien. Dans ce cas, on doit se demander si, l'animal survivant, le bout périphérique d'un tube nerveux, ainsi lésé, n'était pas condamné à la dégénérescence wallérienne.

» Le rapide exposé qui précède montre combien les lésions décrites par M. A. Gombault dans son remarquable Mémoire sur les névrites saturnines sont dissemblables des altérations nerveuses que je viens de signaler. Ici, en effet, pas de lésions inflammatoires, même subaiguës, pas de prolifération du noyau, pas de tuméfaction du protoplasma, pas d'étranglement du cylindraxe dans la gaine de Schwann, pas ou peu de lésions wallériennes secondaires. Toutefois il se fait, ici aussi, une régénération rapide de la myéline altérée par le mercure : c'est ce qui m'a paru souvent démontré, chez les animaux empoisonnés depuis longtemps, par la présence d'un très grand nombre de tubes grêles et pâles, mais munis de noyaux volumineux.

» Avant de conclure, je fais les réserves les plus formelles au sujet des altérations de la moelle et de l'encéphale dans l'hydrargyrisme chronique, ne voulant pas les étudier dans la présente Note.

» Je crois pouvoir formuler les conclusions suivantes :

» 1° Les paralysies mercurielles diffèrent des paralysies saturnines par plusieurs caractères importants : la conservation de la contractilité élec-

trique normale, l'absence d'amyotrophie, la persistance des réflexes tendineux.

» 2° Les lésions mercurielles des nerfs périphériques ont pour caractère spécial la destruction progressive de la myéline avec conservation, peut-être indéfinie, du cylindraxe, et ce sans prolifération des noyaux. Ces altérations trophiques sont segmentaires et péri-axiles.

» Mes recherches expérimentales expliquent peut-être et la physionomie clinique des paralysies mercurielles localisées et leur grande curabilité. »

ANATOMIE. — *Étude des rapports entre les nerfs craniens et le sympathique céphalique chez les Oiseaux.* Note de M. L. **Magnien**, présentée par M. Chauveau.

« Les rapports des nerfs craniens et du sympathique céphalique chez les Oiseaux sont encore incomplètement connus, et les connaissances actuelles ne fournissent qu'une base très insuffisante pour une comparaison avec les Vertébrés les plus élevés. Mes recherches me permettent de combler en partie cette lacune.

» Le filet sympathique que le ganglion cervical supérieur envoie dans le canal carotique, et qu'on a appelé *nerf carotidien céphalique,* se divise vers l'extrémité de ce canal en deux filets : l'un qui se rend à l'orbite et qu'on a appelé *nerf orbitaire;* l'autre, qui se dirige vers les fosses nasales, en arrière desquelles il communique avec le nerf maxillaire supérieur, vers le sommet de l'angle compris entre l'os palatin et le vomer, chez le canard du moins. Cette anastomose des deux nerfs est accompagnée d'une formation ganglionnaire plus ou moins complexe, qu'on a décrite récemment comme un *ganglion sphéno-palatin,* bien différent du ganglion du même nom que Tréviranus et Bazin disent avoir trouvé à une autre place.

» Il existe d'autres anastomoses, qui n'ont jamais été signalées, entre ce même filet du sympathique et le nerf maxillaire supérieur, anastomoses qui sont aussi accompagnées de formations ganglionnaires.

» Voici, résumés en quelques lignes, les points les plus importants de ces dispositions, telles qu'elles se rencontrent chez le Canard.

» I. Le filet sympathique précité, nerf vidien de certains auteurs, parvenu à l'extrémité antérieure du ptérygoïdien, donne une forte branche que j'appellerai *nerf palatin,* en raison de ses rapports principaux, qui descend le long de la face externe de l'os palatin, et à peu près à l'endroit où

cet os se met en rapport avec l'os maxillaire supérieur, se jette dans une branche du nerf maxillaire supérieur; les deux nerfs s'unissent bout à bout et l'on observe en ce point un ganglion; du tronc constitué à la fois par des fibres du nerf maxillaire et du sympathique partent plusieurs ramuscules qui se distribuent à la région voisine et présentent aussi de petits ganglions à leur insertion sur le tronc.

» II. Ce même nerf palatin donne un filet qui, se portant légèrement en dehors, va se jeter dans une branche du nerf maxillaire inférieur. Cette anastomose, qui, chez l'oie du moins, a lieu dans des conditions tout à fait analogues à celles du cas précédent, est aussi accompagnée de formations ganglionnaires.

» III. Après avoir donné le filet palatin, le tronc du prétendu nerf vidien s'anastomose avec le nerf maxillaire supérieur, comme il a été dit plus haut. Puis il continue sa route le long du vomer, et, à une petite distance en avant de cet os, il reçoit un filet du nerf maxillaire supérieur et, ainsi renforcé, s'anastomose avec l'ophtalmique, puis se perd dans un plexus à mailles assez larges, formé par des filets du nerf maxillaire supérieur et de l'ophtalmique. On observe d'une façon constante un ganglion au point d'union avec le filet du nerf maxillaire, et d'autres en différents points du plexus.

» Les faits qui précèdent fixent le mode de terminaison dans la partie antérieure de la tête de la portion du sympathique céphalique que j'ai envisagée; cette terminaison se fait, comme on l'a vu, dans les trois branches du trijumeau. Mais ils me permettent, en outre, de poser les conclusions suivantes :

» 1° La formation ganglionnaire, qui a été décrite comme un ganglion sphéno-palatin, ne saurait lui être assimilée, même en admettant que le filet sympathique qui y prend part puisse être comparé à un nerf vidien. Les résultats exposés plus haut démontrent en effet que ce même filet sympathique a, avec le nerf maxillaire supérieur, d'autres rapports de même valeur, et auxquels on devrait, par suite, attribuer aussi la même signification; d'où impossibilité d'une comparaison avec les vertébrés les plus élevés.

» 2° Il en est de même du reste de l'anastomose avec le nerf maxillaire inférieur; la formation ganglionnaire qui l'accompagne est de même ordre que les précédentes et ne doit pas davantage recevoir une interprétation spéciale. Je crois, du reste, pouvoir affirmer que le rapport que j'ai signalé est le seul qui existe entre la troisième branche du trijumeau et le prolongement du nerf carotidien céphalique.

» En résumé, il n'existe chez les Oiseaux aucune disposition qui soit assimilable aux formations connues chez les Mammifères sous les noms de *ganglion sphéno-palatin* et *ganglion otique* ([1]). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Des muscles rouges et des muscles blancs chez les rongeurs*. Note de M. **L. Ranvier.**

« Il y a, entre les deux grands groupes qui divisent les rongeurs, les simplicidentés (rats, écureuil, cochon d'Inde) et les duplicidentés (lapin, lièvre), de grandes différences d'organisation. Tout dernièrement ([1]) j'ai signalé une de ces différences, que je rappellerai en quelques mots : chez les simplicidentés, il y a trois paires de glandes salivaires sus-hyoïdiennes, les sous-maxillaires, les sublinguales et les rétrolinguales, tandis que les duplicidentés ne possèdent pas de rétrolinguales, mais seulement des sous-maxillaires et des sublinguales.

» Lorsque l'on connaît les faits qui relient si étroitement entre eux les duplicidentés et les éloignent des simplicidentés, ce n'est pas sans étonnement que l'on constate que, chez le lièvre, tous ces muscles paraissent également rouges, alors que, chez le lapin et le cochon d'Inde, il y a des muscles rouges et des muscles blancs. Il existe des muscles rouges et des muscles blancs aussi bien chez le lapin sauvage que chez le lapin domestique.

» Avant d'aller plus loin, je dois rappeler que, par des recherches déjà anciennes ([2]), dont les résultats ont été généralement admis, j'ai montré que l'on observe, chez certains vertébrés, des muscles de la vie animale de deux espèces, qui diffèrent non seulement par la couleur, mais encore par d'autres caractères importants. De ces derniers caractères, ceux qui sont relatifs aux noyaux des pinceaux primitifs sont les plus faciles à reconnaître. Les noyaux sont nombreux dans les muscles rouges et forment sous le sarcolemme des séries longitudinales.

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté de Médecine de Lyon.

([2]) *Étude anatomique des glandes connues sous les noms de* sous-maxillaire *et* sublinguale (*Arch. de Physiol.*, 1886).

([3]) *Propriétés et structure différentes des muscles rouges et des muscles blancs* (*Comptes rendus*, 1873, et *Traité technique d'histologie*, 1875-1882).

» Ils sont logés dans des sillons, qui pénètrent profondément dans la substance striée des faisceaux musculaires. Quelques-uns d'entre eux, occupant des régions encore plus profondes, sont complètement entourés de substance striée, et dès lors sont situés, non plus à la surface, comme ils le sont tous dans les muscles blancs, mais dans l'épaisseur même des faisceaux.

» Cela étant dit, comparons quelques-uns des muscles du lapin et du lièvre. Chez le lapin, le demi-tendineux et le soléaire sont des muscles rouges ; le grand adducteur et les jumeaux sont des muscles blancs. Chez le lièvre, bien que ces divers muscles paraissent tous également rouges, le grand adducteur et les jumeaux ont la structure des muscles blancs du lapin, tandis que le demi-tendineux et le soléaire ont la constitution histologique des muscles rouges. J'ai même trouvé, dans le demi-tendineux du lièvre, des noyaux compris dans l'épaisseur des faisceaux primitifs, en bien plus grand nombre que dans le même muscle du lapin.

» Des faits exposés dans cette Note, il ressort que certaines questions d'Anatomie comparée, d'autant plus importantes qu'elles sont plus générales, ne sauraient être résolues sans le secours de l'analyse histologique. »

ZOOLOGIE. — *Observations relatives à une Note récente de M.* Maupas, *sur la multiplication de la* Leucophrys patula ; par M. **Balbiani.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 20 décembre dernier, M. Maupas décrit le mode de multiplication d'un Infusoire cilié, la *Leucophrys patula*, qu'il caractérise en disant que l'animalcule « passe par une série de modifications et de divisions absolument inconnues partout ailleurs et contradictoires avec la loi générale de fissiparité chez les Infusoires ». Le processus de multiplication de la Leucophre peut être résumé brièvement de la manière suivante, d'après M. Maupas. L'animalcule, après un certain temps de vie agitée, entre en repos, s'enroule en boule, sans sécréter de kyste, puis commence à se fissipariser transversalement, sans se remettre en mouvement ni à manger après chaque bipartition. Ces divisions se succèdent rapidement, toujours dans le sens transversal, de sorte qu'en quelques heures chaque Leucophre a donné naissance à soixante-quatre rejetons. Ceux-ci, beaucoup plus petits que l'animalcule primitif, et sans bouche, se remettent en mouvement, reprennent peu à peu la forme

typique de Leucophre, reconstituent leur appareil buccal et recouvrent rapidement la taille normale de l'espèce.

» Ces phénomènes ne sont effectivement pas, ainsi que le dit M. Maupas, ceux que l'on observe habituellement dans la fissiparité des Infusoires, mais ils ne sont pas aussi nouveaux qu'il le suppose. La multiplication de la Leucophre rentre dans une catégorie de faits déjà connus et n'en est qu'un cas particulier. On connaît aujourd'hui une demi-douzaine d'espèces qui, comme la Leucophre, se multiplient à l'état de repos, en se divisant par des bipartitions successives, de manière à donner naissance à des rejetons plus ou moins nombreux, dont la taille est d'autant plus petite que les divisions ont été plus fréquentes. La formation ou la non-formation d'un kyste précédant la multiplication n'ajoute rien d'essentiel au phénomène. Les observations de Stein, remontant à trente-trois ans, ont vulgarisé la connaissance de ce mode de multiplication chez le *Colpoda cucullus*. Claparède et Lachmann l'ont constaté chez l'*Amphileptus meleagris*. Ici, la multiplication se complique d'un singulier cas de parasitisme. L'Amphilepte, qui vit parmi les colonies de l'*Epistylis plicatilis*, s'enferme, chaque fois qu'il a dévoré un de ces Infusoires, dans un kyste formé sur le pédoncule même de l'*Epistylis*, kyste dans lequel il digère tranquillement sa proie volumineuse et se fissiparise même à l'occasion.

» Plus récemment, d'autres exemples du même mode de reproduction sont venus s'ajouter aux précédents. Je vais les rapporter sommairement.

» Pendant plusieurs années consécutives, les bassins de pisciculture du Collège de France étaient envahis, chaque été, par de gros Infusoires ciliés, qui se fixaient dans la peau des jeunes Salmonides et les couvraient de pustules blanches qui les faisaient périr au bout de peu de temps. J'engageai M. Daniel Fouquet, établi aujourd'hui comme médecin au Caire, et qui était à cette époque mon préparateur, à étudier l'évolution de ces parasites. M. Fouquet observa que, lorsque l'Infusoire était arrivé à son développement complet, il se détachait du poisson, tombait au fond de l'eau et sécrétait un kyste gélatineux dans lequel il se divisait un grand nombre de fois par bipartition transversale. En moins de deux jours, le kyste, large de plus d'un demi-millimètre, s'ouvrait et donnait issue à une nuée de jeunes Infusoires, que M. Fouquet, dont j'ai pu contrôler toutes les observations, évaluait à un millier, fécondité bien autrement formidable que celle dont M. Maupas s'émerveille chez la Leucophre. De même que les jeunes de cette dernière espèce, ces petits parasites avaient une forme très différente de celle des adultes et étaient dépourvus de la ventouse buccale qui existe

chez ces derniers. Pour rappeler à la fois son parasitisme sur la peau des poissons et sa prodigieuse fécondité, M. Fouquet a donné à cette espèce le nom d'*Ichthyophthirius multifiliis* (¹).

» Sous le nom de *Tellina magna*, M. le professeur Aug. Gruber, de Fribourg-en-Brisgau, a décrit, en 1879, un Infusoire de la famille des Paraméciens, qui se multiplie, comme les précédents, à l'état de repos. Il ne forme pas de véritable kyste, mais s'entoure seulement d'une enveloppe très mince, à l'intérieur de laquelle il subit une segmentation d'abord en deux, puis en quatre parties qui deviennent autant de nouveaux individus.

» Qu'il me soit enfin permis, pour terminer cette liste, d'y ajouter une espèce nouvelle que j'ai eu personnellement l'occasion d'observer.

» J'avais rencontré les kystes de cette espèce en grand nombre parmi la mousse couvrant les écorces de quelques échantillons d'arbres des îles Tuamotu, que M. Bouchon-Brandely, secrétaire du Collège de France, avait rapportés de son voyage à Tahiti, entrepris, en 1883-1884, par ordre du Ministère de la Marine, pour y aller étudier la pêche et la culture des huîtres perlières. Ces kystes, humectés d'eau distillée, donnèrent issue à de singuliers Infusoires, que je désigne sous le nom de *Trichorynchus* n. g. (*T. tuamotuensis* n. sp.), à raison de la touffe de cils divergents, longs, raides et immobiles, qui garnissent une protubérance conique prolongeant en avant la face dorsale du corps et formant une sorte de lèvre saillante au-dessus de la bouche, placée à la base de ce prolongement. La vésicule contractile est logée à l'extrémité de cette lèvre dorsale. Le corps est cylindrique, convexe à son extrémité opposée à celle qui porte la bouche, extrémité que l'on peut considérer comme sa partie postérieure, bien que, pendant la natation, elle soit toujours dirigée en avant. L'animalcule a $0^{mm},040$ en longueur et $0^{mm},028$ en largeur.

» Après s'être agité pendant quelques jours dans le liquide, il devient stationnaire et sécrète un kyste mince dans lequel il se divise en deux, et quelquefois en quatre individus nouveaux qui sortent de leur kyste en le faisant éclater en deux parties presque égales. Cette multiplication dans un kyste se répète aussi longtemps que le liquide n'est pas épuisé en aliments. Lorsque ce moment arrive, les derniers rejetons s'enkystent à leur tour, mais pour demeurer à l'intérieur du kyste, où ils restent entiers ou se divisent en deux ou quatre segments, absolument comme font les Colpodes dans les mêmes circonstances.

(¹) *Voir* le Mémoire de M. Fouquet dans les *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, publiées par M. de Lacaze-Duthiers, t. V, p. 159; 1876.

» Les kystes peuvent aussi, comme chez ces derniers, être desséchés et conservés en cet état pendant fort longtemps, pour laisser sortir leur contenu dès qu'on vient à les réhumecter. Je donnerai ailleurs une description plus complète, accompagnée de figures, de cet Infusoire polynésien, dont je n'aurais pas parlé ici sans l'occasion que m'en a fournie la Note de M. Maupas. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur le développement de l'appareil génital des Oursins* [1]. Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait que l'appareil génital d'un Oursin adulte est composé de cinq glandes génitales interambulacraires, dont les canaux excréteurs s'ouvrent séparément dans les pores génitaux des plaques correspondantes. Ces cinq glandes sont indépendantes l'une de l'autre, tout en étant reliées entre elles par une même membrane qui forme autour du périprocte un pentagone recouvrant intérieurement les cinq plaques génitales. Cette membrane se continue avec la portion du mésentère qui supporte le canal du sable et la glande ovoïde; c'est dans son épaisseur qu'est situé le réseau lacunaire sanguin que j'ai signalé chez le *Dorocidaris*, et c'est entre elle et le test que se trouve l'anneau nerveux innervant les cinq glandes génitales.

» Ayant eu à ma disposition de très jeunes exemplaires de *Strongylocentrotus lividus*, j'ai pu observer les faits suivants relatifs au développement de cet appareil génital.

» Les individus de 1^{mm} à $1^{mm},5$ présentent, comme l'a très bien figuré Loven, les cinq plaques génitales autour du disque central; les pores génitaux manquent et l'appareil génital fait complètement défaut. La plaque madréporique est percée de deux ou trois pores aquifères conduisant dans un canal du sable bien développé. Tout le long de ce canal et supporté par la même lame mésentérique, on aperçoit un amas cellulaire allongé, se prolongeant jusque sous le madréporite et qui n'est rien autre chose que le rudiment de la glande ovoïde.

» Chez des individus de 3^{mm}, les plaques génitales sont toujours imperforées, mais l'appareil génital est déjà en voie de formation. Des coupes minces, parallèles à l'axe du test, révèlent l'existence, vers l'extrémité apicale de l'organe ovoïde naissant, d'un bourgeon limité par une membrane très distincte. Ce bourgeon, d'où naîtra l'appareil génital tout entier, est

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire Arago.

bourré de gros noyaux se laissant aisément distinguer de ceux contenus dans l'organe ovoïde; ils sont notablement plus gros et marqués au centre d'un point que les réactifs rendent très apparent.

» A mesure que le jeune Oursin grandit, le bourgeon se développe, s'avance d'abord sous la plaque madréporique, puis, se prolongeant de part et d'autre au-dessous des autres plaques génitales, arrive à faire le tour du périprocte. L'anneau ainsi constitué pousse, vis-à-vis de chaque interradius, un prolongement dans lequel se retrouvent toujours les gros noyaux caractéristiques du bourgeon primitif.

» Les choses sont dans cet état chez un individu de 6^{mm} environ. L'appareil génital consiste alors en cinq bourgeons interambulacraires, reliés entre eux et à la lame mésentérique qui supporte l'organe ovoïde par un anneau membraneux péri-anal.

» Chez des individus un peu plus âgés, on voit les cinq bourgeons génitaux émettre chacun de petites ramifications latérales pendant que leur extrémité aborale s'enfonce peu à peu dans la plaque génitale correspondante, qui ne tarde pas à être perforée et définitivement pourvue de son pore génital. Enfin l'anneau génital nerveux est apparu à la place où je l'ai indiqué chez l'*Echinus acutus* adulte.

» L'appareil génital du jeune est alors constitué; chacune des cinq glandes évoluera dans la suite pour son propre compte.

» Les cinq glandes génitales d'un Oursin dérivent donc d'un bourgeon unique, développé de très bonne heure sous le madréporite et au contact de la glande ovoïde.

» Si ce bourgeon émanait de la glande elle-même, le développement de l'appareil génital des Oursins s'accomplirait par un procédé analogue à celui que M. Perrier a décrit chez les Comatules. On pourrait dire que la glande ovoïde naissante du jeune Échinide est ou contient un *stolon génital* tout comme l'*organe dorsal* des jeunes Comatules. Mes observations ne me permettent pas de conclure dans ce sens.

» Le bourgeon génital du jeune Oursin est enveloppé, il est vrai, par une membrane qui se continue avec la membrane d'enveloppe de l'organe ovoïde, mais il apparaît toujours séparé de ce dernier. Je n'ai pas vu le contenu de la glande ovoïde pénétrer dans l'intérieur du bourgeon génital. Celui-ci est bourré de gros noyaux bien caractérisés; s'il naissait de la glande et si ces noyaux prenaient naissance dans son intérieur, il semble qu'on devrait en retrouver quelques-uns vers l'extrémité apicale de la glande ovoïde, là où le bourgeon est en contact avec elle.

» Je n'ai pas pu constater ce fait et, en dernière analyse, le bourgeon génital primitif de l'Oursin se présente comme une simple dépendance de la lame mésentérique qui entoure la glande ovoïde et le tube aquifère. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur le mode d'accroissement de l'embryon des Poissons osseux.* Note de M. **L.-F. Henneguy**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les embryologistes ne sont pas d'accord sur le mode d'accroissement du blastoderme et de l'embryon des Poissons osseux. Je me bornerai à rappeler les théories bien connues de Kupffer, d'Œllacher et de His.

» Kupffer admet que l'embryon s'accroît dans toute sa longueur par intussusception; pour Œllacher, l'extrémité postérieure reste en place sur le vitellus; pour His, au contraire, l'extrémité céphalique reste en place, et l'embryon résulte de la soudure des deux moitiés d'une anse formée par le bourrelet blastodermique.

» C'est en s'appuyant sur des mesures micrométriques que His est arrivé à admettre la formation de l'embryon par concrescence; or ce sont également les mesures micrométriques qui m'ont conduit à établir certains faits en désaccord avec la manière de voir de His.

» Tant qu'il n'y a pas d'organes différenciés dans l'ébauche embryonnaire, il est difficile de trouver des points de repère et de voir si ces points changent de position par rapport au bourrelet blastodermique. Cette observation devient, au contraire, très aisée dès que la corde dorsale et la vésicule de Kupffer sont nettement visibles sur les coupes longitudinales. Les mesures prises sur différents embryons de Truite, depuis le moment où le blastoderme a atteint l'équateur de l'œuf jusqu'à celui de sa fermeture, m'ont donné les résultats suivants :

» Tandis que la longueur totale s'accroît de $1^{mm},25$, la distance qui sépare l'extrémité postérieure du bourgeon caudal de la paroi postérieure de la vésicule de Kupffer, distance qui mesure en moyenne $0^{mm},185$, ne s'accroît que de $0^{mm},055$. Cette partie postérieure n'a donc qu'une croissance insignifiante par rapport à celle du reste de l'embryon. Il en est de même de la partie antérieure; car la longueur de la tête, mesurée de l'extrémité céphalique à l'extrémité antérieure de la corde dorsale, au niveau des vésicules auditives, est en moyenne de $0^{mm},65$ et ne varie pas pendant la même période d'extension du blastoderme. C'est donc entre la vésicule

de Kupffer et l'extrémité antérieure de la corde dorsale que se fait l'accroissement de l'embryon. Mais on peut limiter avec plus de précision la région dans laquelle se produit l'accroissement.

» Le nombre des protovertèbres augmente assez rapidement pendant l'extension du blastoderme sur le vitellus. L'embryon en possède environ vingt-quatre au moment de la fermeture du blastoderme (¹). De même que chez les Vertébrés supérieurs, les protovertèbres se forment d'avant en arrière. La première protovertèbre antérieure, située un peu en arrière de la vésicule auditive, reste à une distance constante de 1^{mm} environ de l'extrémité céphalique de l'embryon. D'un autre côté, la distance qui sépare la dernière protovertèbre postérieure de la vésicule de Kupffer reste également constante et mesure en moyenne $0^{mm},65$, jusqu'à la fermeture du blastoderme. Il semblerait donc logique d'admettre que les nouvelles protovertèbres se forment entre la première protovertèbre antérieure et la dernière protovertèbre postérieure. Cette déduction est cependant inadmissible. Les protovertèbres sont, en effet, exactement contiguës et l'on ne voit jamais une protovertèbre se diviser pour donner naissance à deux autres; leur diamètre antéro-postérieur diminue, il est vrai, légèrement au fur et à mesure que leur nombre augmente, mais leur hauteur s'accroît en même temps, ce qui prouve qu'il y a simplement changement de position de leurs éléments constituants.

» La fixité de la distance qui sépare la dernière protovertèbre formée de l'extrémité caudale de l'embryon ne prouve pas que cette région ne soit pas le siège d'un accroissement. Tandis que du côté de la tête il y a des organes nettement différenciés qui servent de point de repère et permettent de constater que les protovertèbres conservent les mêmes rapports avec ces organes, à la partie postérieure de l'embryon il existe, entre la dernière protovertèbre et la vésicule de Kupffer, un espace d'environ $0^{mm},45$ dans lequel, à part l'axe nerveux et la corde dorsale, qui ont la même structure que dans le reste de l'embryon, il n'y a que les lames mésodermiques non différenciées. Il peut donc se produire dans cette région un allongement qui passera inaperçu, s'il se produit en même temps une protovertèbre nouvelle en arrière de la dernière protovertèbre formée, et si l'épaisseur de cette nouvelle protovertèbre correspond exactement à l'accroissement de la région.

(¹) Dans cette description, l'embryon est étudié sur une coupe longitudinale, parallèle à l'axe médian. L'embryon possède en réalité 48 protovertèbres.

» Cette hypothèse n'est pas une simple vue de l'esprit, elle repose sur un fait d'observation. Lorsqu'on examine des coupes longitudinales d'embryons, on constate souvent que la partie antérieure de la lame mésodermique, qui fait suite aux protovertèbres, présente un léger renflement d'une épaisseur égale à celle d'une protovertèbre, et dans lequel les cellules commencent à se disposer radiairement autour d'un centre. Ce renflement est parfois séparé du reste de la lame mésodermique par une ligne à peine visible, et il ne peut y avoir de doute qu'on ait sous les yeux une protovertèbre en voie de formation.

» L'embryon des Poissons osseux, pendant l'extension du blastoderme sur le vitellus, s'accroît donc principalement par la partie qui est comprise entre la vésicule de Kupffer et les protovertèbres; de nouveaux somites se forment constamment à la partie antérieure de cette région, à mesure qu'elle s'allonge.

» Si la théorie de His est vraie, la réunion des deux moitiés de l'anse formée par le bourrelet blastodermique ne peut se produire qu'en avant de la vésicule de Kupffer; car, si elle avait lieu en arrière de cette vésicule, celle-ci devrait s'éloigner de plus en plus de l'extrémité caudale, dans la suite du développement, ce qui est contraire à l'observation. Or, en avant de la vésicule, l'axe nerveux et la corde dorsale sont constitués par des éléments cellulaires nettement différenciés, et il est difficile d'admettre que ces organes résultent de l'accolement de deux parties non différenciées.

» Les hypothèses de Kupffer et d'Œllacher sont donc seules compatibles avec le résultat de mes recherches. Miecz. von Kowalewski ([1]), en étudiant récemment le développement d'œufs de Téléostéens ayant une forme ellipsoïdale, œufs dans lesquels les axes de l'ellipsoïde servent de point de repère, a constaté que, jusqu'au moment de la différenciation des feuillets embryonnaires, le blastoderme s'accroît par toute sa périphérie, mais que l'extrémité caudale de l'embryon reste ensuite fixée sur un point du vitellus et que l'extension du blastoderme se fait alors d'après le schéma d'Œllacher. Il est très probable qu'il en est de même dans les œufs de forme sphérique des autres Poissons osseux ([2]). »

([1]) Miecz. von Kowalewski, *Ueber die ersten Entwicklungsprocesse der Knochenfische* (*Zeitschrift f. wiss. Zoologie,* Bd. XLIII).

([2]) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

EMBRYOLOGIE. — *Formation des organes génitaux et dépendances de la glande ovoïde chez les Astérides.* Note de M. L. Cuénot, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le système vasculaire des Astérides, qui a donné lieu à tant de théories diverses, est impossible à interpréter si l'on n'a recours au développement des organes génitaux.

» Si nous prenons une jeune Astérie bien avant la formation de l'ovaire ou du testicule, nous trouvons sur la face aborale et interne du test un anneau sanguin, dit *anneau dorsal,* creux, qui, à chaque interradius, donne deux vaisseaux aveugles se dirigeant vers l'extrémité des bras. Cet anneau communique dans un interradius avec le grand sinus qui enferme dans sa cavité la glande ovoïde et le canal du sable. A ce moment, la glande ovoïde est simple et mérite bien son nom; mais, peu après, elle se prolonge en gardant sa constitution histologique sous forme de deux bourgeons allant à droite et à gauche dans l'intérieur du cercle aboral. Ces bourgeons sont formés d'un fin stroma conjonctif bourré de cellules de 5 à 6 μ, avec gros noyau et nucléole, pigmentées; le tout est revêtu d'une couche conjonctive et d'un épithélium pavimenteux aplati. Ces bourgeons parcourent tout le cercle aboral et dans chaque interradius donnent deux branches radiaires, qui vont à l'intérieur des vaisseaux cœcaux appartenant à deux bras contigus. A ce moment, on a, dans l'intérieur du cercle aboral et des vaisseaux génitaux, un cordon cellulaire plein, qui en occupe le centre; à l'extrémité du vaisseau génital, ce cordon se renfle, prend un développement considérable, soulève le vaisseau génital dans lequel il est contenu et constitue l'organe génital, entouré de toutes parts par un sinus. C'est le sinus génital, que divers observateurs ont plus ou moins bien décrit chez l'adulte; les cellules du cordon constituent les cellules génitales et évolueront soit en œufs, soit en spermatoblastes.

» A ce moment, une invagination du tégument vient à la rencontre de l'organe génital ainsi formé; la communication entre celui-ci et le cordon cellulaire se resserre, finit par constituer seulement un cordon conjonctif; à ce moment, l'invagination extérieure se met en relation avec l'organe génital et l'ovaire ou le testicule se trouve alors constitué avec son orifice.

» Nous avons vu que ce cordon cellulaire, qui arrive à former les or-

ganes génitaux dérivait directement de la glande ovoïde; il a la même structure; ses cellules suivent chez la plupart des types l'évolution que nous avons signalée dans la glande ovoïde (*Comptes rendus*, 28 juin 1886); elles donnent des corpuscules amœboïdes pigmentés, qui se répandent dans tout le système sanguin; ainsi, dans les genres *Asterias*, *Cribella*, *Echinaster*, *Culcila*, *Luidia*, *Astropecten*, parmi ceux que nous avons étudiés, on trouve une glande formatrice de globules parcourant tout le sinus interradial depuis sa base orale, le cercle aboral et les vaisseaux génitaux jusqu'aux organes génitaux. Chez les *Asterina*, *Palmipes*, *Ophidiaster*, le cordon aboral ne renferme qu'un petit nombre de cellules, se replie sur lui-même et ne joue qu'un rôle insignifiant.

» Il y a plus, morphologiquement l'œuf est homologue à un corpuscule sanguin; il y a des cellules génitales qui n'ont pu se transformer en œufs; elles deviennent alors amœboïdes dans l'intérieur même de l'ovaire et ressemblent tout à fait à des corpuscules sanguins. Cette évolution ne se produit jamais à l'intérieur du testicule.

» Cette dépendance de la glande ovoïde qui parcourt le cercle aboral a été vue par de nombreux anatomistes; Ludwig, qui l'avait observée le premier (1878), en avait fait son véritable vaisseau sanguin, tandis que ce que nous nommons cercle aboral sanguin était son canal périhæmal; Jourdain (1882) et, après lui, M. Hamann ont méconnu ses rapports et en ont fait un organe d'excrétion.

» La glande ovoïde fournit encore une autre glande, qui se trouve déjà chez les jeunes, bien avant la formation des organes génitaux. C'est un processus glandulaire qui perfore le sinus interradial vers son extrémité aborale, au moment où celui-ci s'accole sur la face interne du test; ce processus s'étale librement dans la cavité générale. Il y en a un chez la *Luidia ciliaris*, deux chez la *Culcila coriacea*, l'*Asterina gibbosa*, les *Astropecten*, l'*Asterias rubens;* le nombre est souvent irrégulier : deux, trois ou quatre chez l'*Asterias glacialis*. Ces glandes ont identiquement la même structure que la glande ovoïde; elles sont en continuité de tissu avec elle; on peut facilement constater qu'elles sont chargées de fournir les globules sanguins à la cavité générale; elles sont très actives chez tous les types cités plus haut; elles manquent totalement chez des *Echinaster* et les *Cribella*.

» Hoffmann, Ludwig leur ont donné la signification de réseaux vasculaires intestinaux; Jourdain en faisait une glande excrétoire; leurs rapports, leur constitution histologique s'élèvent hautement contre ces manières de voir; elles rentrent dans ce groupe de glandes lymphatiques, si dévelop-

pées chez les Astérides, auxquelles appartiennent aussi, pour le système aquifère, les corps de Tiedemann et les vésicules de Poli ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur les Crustacés amphipodes de la côte ouest de Bretagne.* Note de M. **Édouard Chevreux**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les Crustacés amphipodes des côtes océaniques de France n'ont été jusqu'ici l'objet d'aucune étude spéciale. Les travaux de Grube et de M. Yves Delage fournissent cependant des renseignements utiles sur les espèces de la Manche. A Roscoff, M. Delage, qui ne s'est d'ailleurs occupé de spécification qu'à titre accessoire, énumère trente-deux espèces (*Arch. Zool. expérim.*, t. IX). M. Beltrémieux, dans sa *Faune de la Charente-Inférieure*, 1884, cite seulement cinq formes tout à fait vulgaires. J'ai publié, en 1883 et 1884 (*Association française pour l'avancement des Sciences*, Congrès de Rouen et de Blois), deux listes qui, bien qu'insuffisantes et sujettes à revision, donnent une idée plus juste de la faune des Amphipodes des côtes occidentales de France. C'étaient les premiers résultats de mes études, commencées en 1882, et qui n'ont pas tardé à prendre une grande extension, lorsque j'eus consacré mon yacht l'*Actif* presque exclusivement aux recherches zoologiques ([2]).

» Quant à présent, j'ai limité mes dragages à la partie de la côte comprise entre la pointe de Penmarch et l'embouchure de la Loire; dans cette étendue d'environ 100 milles marins, je signalerai comme particulièrement intéressants à connaître, au point de vue de la recherche des Amphipodes, le voisinage des îles Glénans, la baie de la Forest, le Coureau de Groix, la baie de Quiberon, le banc de Houat, et enfin la baie du Croisic, que mon séjour habituel dans cette localité me permet d'explorer en toutes saisons.

» C'est par des dragages continuels dans cette baie, en des points très exactement déterminés sur la carte, et fort rapprochés les uns des autres, que j'ai pu constater la localisation remarquable de certaines espèces; il

---

([1]) Ce travail a été fait aux laboratoires de Roscoff et de Banyuls-sur-Mer.

([2]) Qu'il me soit permis de remercier ici mes excellents amis, MM. Louis Bureau et Jules de Guerne, dont les encouragements ne m'ont jamais fait défaut, et M. le Professeur Pouchet qui a bien voulu m'aider de ses conseils, et mettre à plusieurs reprises à ma disposition les ressources du laboratoire de Concarneau.

m'est arrivé maintes fois en effet de rencontrer tout à coup une colonie abondante d'une forme que je considérais auparavant comme très rare, et dont je n'avais jamais pris qu'un ou deux spécimens dans les nombreux dragages effectués aux environs; le fait n'était probablement dû qu'à une légère différence dans la nature du fond en cet endroit.

» La nature très variée des fonds dans la baie du Croisic expliquerait donc la quantité des formes différentes qui s'y rencontrent; sur les 115 espèces déjà connues, que j'ai trouvées soit à la côte, soit en draguant, dans la région ci-dessus définie, 99 habitent la baie. Certains genres sont tout à fait caractéristiques d'un fond déterminé; ainsi, le sable fin fournira constamment les genres *Bathyporeia, Urothoe, Pontocrates, Microprotopus,* dont les espèces se trouvent aussi pendant les mois d'été dans le sable des plages, mais le quittent au commencement d'octobre, pour regagner les fonds de 8^m à 10^m des environs; au gravier correspondent les genres *Hippomedon, Monoculodes, Mœra;* au sable coquillier les genres *Lysianassa, Lepidepecreum, Cheirocratus;* au sable vaseux les genres *Leucothoe, Haploops, Photis, Siphonœcetes;* à la vase molle les genres *Phoxus, Harpinia, Ampelisca;* à l'argile les genres *Pontoporeia, Ampelisca.*

» Bien que je n'aie pas encore dépassé dans mes dragages la profondeur de 50^m, j'ai cependant pu me faire une idée de la faune des eaux un peu plus profondes; il suffit pour cela d'examiner soigneusement les *Maia squinado* rapportés des fonds de 80^m à 100^m par nos pêcheurs au chalut; un grand nombre d'Amphipodes trouvent un abri sur la carapace de ces Crustacés, qui est toujours garnie de petites Algues et d'Hydraires. Deux espèces sont absolument commensales du Maia (*Isœa Montagui* M. Edwards et *Elasmopus latipes* Boeck); vingt autres espèces sont trouvées plus ou moins souvent sur ce Crabe; parmi ces dernières, trois seulement n'ont pas été draguées par moi dans les petites profondeurs que j'explore.

» Comme je l'ai dit plus haut, le nombre de mes espèces déjà connues s'élève à 115; trois formes nouvelles doivent y être ajoutées (1), ce qui

---

(1) *Ptilocheirus tricristatus* nov. sp. — Segmentum abdominis 4^{tum} in margine posteriore dentibus permagnis tribus armatum. Pedes 2^{di} paris articulo 1mo in margine anteriore arcuato et setis longissimis instructo; articulis 3^{tio}, 4to et 5to eadem longitudine. Pedes saltatorii ultimi paris ramis brevissimis, ramo exteriore parum longiore quam interiore. Long. 5^{mm}.

Microprotopus longimanus nov. sp. — Antennæ breves sed robustæ, flagello breviore quam pedunculo. Pedes 2^{di} paris apud marem manu permagna, ovala, in acie

porte à 118 le nombre des espèces recueillies sur notre littoral océanique. La comparaison de la faune des Amphipodes de la côte ouest de Bretagne avec celles de la Méditerranée et des côtes anglaises et norvégiennes en fait ressortir bien nettement le caractère mixte; elle montre cependant une tendance marquée à se rapprocher de celle du Nord; en effet, 43 seulement de nos espèces sont signalées en Méditerranée, tandis qu'on en retrouve 98 dans les mers d'Angleterre et 74 dans celles de Norvège; toutefois, il ne faudrait pas se hâter de conclure d'après ces chiffres, car la Méditerranée, malgré les nombreux travaux dont sa faune a été l'objet, est loin d'avoir été suffisamment explorée au point de vue de la recherche des Amphipodes; pendant un séjour sur la côte d'Algérie, à Cherchell, j'ai trouvé, sans cependant me servir de la drague, 3 espèces communes aux environs du Croisic, et qui n'ont jamais été signalées dans les catalogues méditerranéens (*Stenothoe monoculoïdes* Mont., *Atylus Swammerdamii* Milne-Edwards, *Amathilla Sabini* Leach). La côte anglaise, et surtout la côte norvégienne, ont été, au contraire, l'objet de recherches très sérieuses depuis quelques années.

» Si l'on procède à la comparaison des genres représentés, on constate que 23 genres méditerranéens manquent en Bretagne; il est vrai que 14 d'entre eux, parasites d'animaux pélagiques (Béroés, Salpes, Pyrosomes, etc.), appartiennent à la tribu des Hypérines, qui n'est représentée chez nous que par *Hyperia galba* Mont. D'autre part, 63 genres norvégiens ne se retrouvent pas sur la côte ouest de la Bretagne. Malgré cette différence notable, je crois devoir reconnaître à la faune bretonne en ces parages un caractère boréal, m'appuyant sur ce fait que, parmi les espèces que j'ai recueillies, 2 seulement étaient jusqu'à présent considérées comme exclusivement méditerranéennes, tandis que 13 d'entre elles n'ont jamais été signalées que sur la côte de Norvège : il est d'ailleurs pro-

---

dentibus robustis 1-3 armata; apud feminam carpo calcem validam, setis longis plumosis instructam, emittenti; manu longissima, angusta. Long. 2^{mm}.

Microdeutopus armatus nov. sp. — Mas : Pedes 1^{mi} paris carpo dilatato, non longiore quam lato, in angulo infero-posteriore in processum longum, acutum, producto; articulo 5to in margine posteriore nodulis 4 minimis, et 1 majore, instructo. Pedes 2^{di} paris robusti, articulo 5to rectangulari, in angulo infero-posteriore in dentem validam producto. Long. 4^{mm}.

Femina : *M. Websterii* ♀ valde affinis, sed angulo infero-anteriore prominente articuli 1^{mi} pedum 2^{di} paris differt.

bable que ces dernières seront trouvées tôt ou tard dans les mers anglaises.

GÉOLOGIE. — *Observations relatives à une Note de* M. Viguier « *Sur les roches des Corbières appelées* ophites », *et à une Communication de* M. Depéret « *Sur le système dévonien de la chaîne orientale des Pyrénées* ». Note de M. **A.-F. Noguès**, présentée par M. Hébert.

« I. Les *Comptes rendus* ont publié (séance du 2 juillet 1886) une Note de M. Viguier *Sur les roches des Corbières appelées ophites,* que cet observateur tâche de classer en types distincts.

« Ces roches des Corbières, dit-il, appartiennent à des types minéralo-
» giques divers que M. Noguès a essayé de spécifier, mais tout en leur
» conservant le nom générique d'*ophites.* »

» Là est l'erreur de M. Viguier, que je rectifie. Dès 1864, j'ai publié divers Mémoires ou Notes (*Comptes rendus,* 1865; *Annales de la Société d'agriculture de Lyon,* 1864-1865; *Société géologique*, 1866), — oubliés de ceux qui se sont depuis occupés de ces roches pyrogènes, — dans lesquels j'ai démontré : 1° que les roches improprement nommées *ophites* dans les Corbières et les Pyrénées se rapportent à des types pétrologiques distincts, diorites, diabases, ophites, lherzolites, pyroxénites, porphyres pyroxéniques, eurites, spilites, etc.; 2° qu'elles sont des roches éruptives; 3° qu'elles appartiennent à divers âges; 4° que l'amphibole, le pyroxène, le péridot, etc., et divers feldspaths entrent dans leur composition. En 1864, nous n'avions pas cependant à notre disposition les moyens d'étude microscopiques dont les pétrologistes disposent aujourd'hui. Néanmoins j'ai pu dès lors classer et spécifier les roches comprises collectivement sous le nom d'*ophites* en espèces lithologiques distinctes qui, d'ailleurs, diffèrent peu (à part les noms de la terminologie scientifique nouvelle) de celles établies par M. Viguier en 1886. De plus, M. Viguier distingue, *après moi,* deux porphyrites dans les Corbières, l'une antérieure, l'autre postérieure au terrain houiller; là rien de nouveau encore, car dans mon Mémoire de 1864 sur les *Ophites des Pyrénées* (*Annales de la Société d'agriculture de Lyon*, t. IX, 1865), je disais :

» Voilà donc, dans un lambeau houiller très limité (Ségède, Tuchan), deux roches pyrogènes fort distinctes par leur composition et leurs caractères, un *porphyre amygdaloïde* et un *porphyre pyroxénique*.... Une troisième roche porphyroïde verte paraît postérieure à l'une des précédentes (p. 66).

» Donc le terrain houiller des Corbières renferme deux ou trois roches peu différentes et d'époques diverses.

» M. Viguier a donc annoncé des faits que nous avons publiés il y a plus de vingt ans.

» Si la terminologie de M. Viguier diffère un peu de la nôtre, les résultats d'observation sont peu différents. Les *microgranulites* sont mes eurites porphyroïdes qui traversent les schistes anciens de Treilles et les belles eurites granitoïdes des environs de Fiton. Le basalte, signalé par Tournal, il y a cinquante ans et, récemment, par M. Viguier, aux environs de Narbonne, n'a pas échappé à mes observations. « Le péridot qui se » trouve dans l'ophite de Sainte-Eugénie a tous les caractères du péridot » du basalte du département de l'Hérault (p. 127). »

» Dès 1864 nous avons débrouillé l'ancien magma ophitique, et l'avons réduit en types pétrologiques spécifiques; dès cette époque, nous avons soutenu l'origine éruptive de ces roches et notre opinion ancienne a été confirmée par les travaux des pétrologistes actuels. Les recherches de plusieurs géologues et, parmi celles-ci, les études de MM. Fouqué et Michel Lévy ont aujourd'hui exactement limité l'espèce pétrologique ophite. Mais, depuis plus de vingt ans, nous avions déjà rejeté le nom collectif d'*ophites* pour les diabases, diorites, amphibolites, lherzolites, pyroxénites, porphyres pyroxéniques, eurites, spilites, etc., des Corbières et des Pyrénées.

» II. A la séance du 22 novembre 1886, M. Ch. Depéret a communiqué à l'Académie une Note très intéressante *Sur le système dévonien de la chaîne orientale des Pyrénées*, dans laquelle ce géologue semble avoir découvert la grauwacke dévonienne fossilifère de la vallée de la Têt, que j'ai fait connaître dès 1863.

» Dans mon Mémoire *Sur les sédiments inférieurs et les terrains cristallins des Pyrénées-Orientales* (*Comptes rendus*, t. LV, p. 874), par la stratigraphie, j'ai distingué deux grands étages dans les sédiments primaires de la vallée du Tech et de la Têt; l'étage inférieur, essentiellement schisteux, plus ou moins métamorphisé, l'étage supérieur, principalement calcaire, que j'ai rapporté au dévonien (*Annales de la Société d'Agriculture de Lyon*, 1862; *Association française pour l'avancement des Sciences*, session de 1878, p. 549).

» Quelques mois plus tard, afin de prendre date, j'ai communiqué à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LVI, p. 1122) une Note *Sur une grauwacke dévonienne fossilifère des Pyrénées*. Cette grauwacke, d'un gris jaunâtre, semblable aux roches dévoniennes du Cotentin et de la Bretagne, je l'ai

surtout observée entre Corneilles-de-Conflant et Fillols dans la vallée de la Têt : la montagne qui sépare ces deux villages en est formée; elle s'y trouve associée aux autres roches du système supérieur du terrain primaire de la région. Elle est remplie de nombreux fossiles dont les moules intérieurs sont en grande partie indéterminables; dès 1863, j'y ai reconnu les espèces suivantes, citées dans ma Note à l'Académie : des empreintes de *Stromatopora concentrica* (Goldf.), *Fenestrella antiqua* (Goldf.), *Favosites polymorpha* (Lk.), *Berenicea*, etc., *Terebratula pugnus* (Sow.), etc. Cette faune dévonienne, disions-nous dès 1863, ne peut plus laisser aucun doute sur l'âge de l'étage supérieur des terrains de transition des vallées du Tech et de la Têt. La priorité de notre découverte sur M. Depéret n'enlève rien à la précision et à l'exactitude des détails stratigraphiques et paléontologiques que le professeur de Marseille donne sur la partie orientale de la chaîne des Pyrénées, qui confirment d'ailleurs la plupart de nos observations dans la même région remontant à près de vingt-cinq ans. »

LITHOLOGIE. — *Examen microscopique des cendres du Krakatau.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« L'examen minéralogique de la cendre rejetée en si grande abondance, le 27 août 1883, par le Krakatau, a occupé déjà plusieurs pétrographes, parmi lesquels M. A. Renard mérite une place à part (¹). Il en a donné une analyse chimique, et il a tiré de ses observations microscopiques d'intéressantes conséquences quant au mode de formation de la déjection pulvérulente.

» En étudiant des échantillons que je dois à M. Brau de Saint-Pol-Lias, j'ai été frappé d'un caractère que ne mentionne pas M. Renard : c'est la très grande abondance de globules pierreux, donnant à la cendre un aspect oolithique des plus particuliers.

» Il est bien vrai que M. Renard mentionne des globules vitreux dans les spécimens qu'il a examinés; mais voici comment il s'exprime à leur égard : « On remarque en très grand nombre dans les cendres, des formes » embryonnaires de cristaux arrêtés dans leur développement normal par » un refroidissement brusque; souvent on y découvre des globules et des

(¹) *Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Arts de Belgique*, 3ᵉ série, t. VI, p. 495; 1883.

» filaments vitreux dont la structure et la forme indiquent de même » qu'ils se sont figés rapidement. » Tous les lithologistes connaissent les globules vitreux dont il s'agit. On en trouve dans beaucoup de déjections volcaniques, et ils sont, entre autres, très nets dans la cendre du Vésuve, tombée en l'an 79 sur toute la région de Pompéi, et surtout dans la curieuse matière filée qu'on recueille à Hawaï, sous le nom pittoresque de *Cheveux de Pélé :* ce sont des globules géométriquement sphériques; leur diamètre est ordinairement de $0^{mm},013$ et la transparence de leur nuance brunâtre n'est en général souillée par aucune impureté.

» Du reste, au sein même des déjections du Krakatau, on trouve d'autres matériaux globulaires, ainsi qu'en témoignent des échantillons rapportés tout récemment par M. Errington de la Croix. Il s'agit cette fois de boules calcaires pouvant dépasser 1^{cc} et qui sont noyées dans les tufs volcaniques. Elles résultent manifestement d'une concrétion postérieure au dépôt de la masse qui les empâte, et qui s'est faite comme celles dont sont des effets vulgaires les *poupées du lœss* et les rognons marnolithiques des caillasses.

» Mais les éléments oolithiques sur lesquels j'appelle l'attention sont d'un tout autre caractère. Ils mesurent seulement $0^{mm},6$ et leur surface, parfois lisse, est souvent plus ou moins drusique. Malgré quelques difficultés, ils peuvent être réduits en lames transparentes, et l'on constate alors qu'ils sont loin de consister exclusivement en substance vitreuse.

» Avant tout, des matériaux allongés à extinction longitudinale s'y distinguent aisément. Parfois ils constituent à eux seuls le globule tout entier; plus ordinairement on voit avec eux un ciment vitreux qui les réunit. Il arrive aussi qu'ils prennent des dimensions plus considérables, et leurs couleurs de polarisation ne permettent pas alors de douter de leur nature pyroxénique. On en rapprochera des faisceaux cristallins à éléments très fins retenant des granules irréguliers tout à fait opaques. Dans divers cas le pyroxène est associé à des fragments cristallins striés en long, très actifs et qui ont une allure de plagioklase. Certains globules sont grenus, mais leur substance est la même et il est évident que l'apparence différente tient simplement à une autre orientation de la section par rapport à la longueur des prismes constitutifs ([1]).

» En présence d'une semblable structure des globules du Krakatau, il est naturel de les comparer aux chondres des météorites pierreuses et sur-

([1]) On comparera à ces globules ceux que fournissent les tufs volcaniques plus ou moins anciens de Kapfenstein et de Feldbach, en Styrie, ceux du Gleichenberg, etc.

tout de celles qui appartiennent au type lithologique dit *Montréjite*. Dans ces derniers temps, on a fait à l'égard de ces météorites des suppositions qui paraissent contredites par les observations. C'est ainsi que, dans une Note présentée en 1875 à l'Académie des Sciences de Vienne, M. Tschermak, confondant ensemble tous les globules météoritiques, posait en fait « qu'il n'existe aucune relation entre leur structure intime et leur forme ». Depuis lors, à la suite d'expériences dont les résultats ont été publiés dans les *Mémoires des Savants étrangers*, on a reconnu qu'il y a des chondres de genres très divers chez les météorites et que, si les uns reconnaissent l'origine, visée par M. Tschermak, de grains produits par trituration et arrondis par frottement, d'autres résultent de la condensation brusque et de la cristallisation de matériaux jusque-là tenus à l'état de vapeurs.

» Dans ces conditions, on conçoit l'intérêt de rechercher à laquelle des catégories précédentes de chondres peuvent appartenir les globules des cendres du Krakatau et des tufs terrestres analogues : les relations de parenté bien établies maintenant entre les volcans et les jets de vapeurs permettant de supposer que, comme ceux-ci, les premiers peuvent donner lieu à des minéraux à caractère filonien. Or, en attendant que de nouvelles études multiplient les observations, on est frappé de la ressemblance des oolithes volcaniques avec les vrais chondres météoritiques de précipitation. Il se pourrait donc que, dans les profondeurs infravolcaniques, les éléments métalliques subissent encore aujourd'hui la coupellation originelle dont Élie de Beaumont a formulé si magistralement la supposition et que Davy rattachait, comme une conséquence, à son immortelle découverte des métaux alcalins. »

MINÉRALOGIE. — *Examen critique de quelques minéraux.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« *Ptérolite*. — Breithaupt a décrit sous ce nom (*Berg- und hüttenmännische Zeitung*, t. XXIV, p. 336) un minéral des environs de Brévig (Norvège), que Dana considère comme une lépidomélane altérée. R. Müller a donné une analyse de cette substance et fait remarquer qu'elle se dissout partiellement dans l'acide chlorhydrique bouillant. La partie soluble renferme 36,08 pour 100 de SiO^2; la partie insoluble, 50,14 pour 100.

» L'examen optique fait sur des échantillons que j'ai recueillis dans l'île de Lövö (Langesundfjörd), et sur des fragments que je dois à M. Des Cloi-

zeaux montre que la *ptérolite* n'est point un mica altéré, mais une association de plusieurs minéraux, et notamment de *mica* noir et de *pyroxène*.

» Le pyroxène d'un beau vert d'herbe forme des traînées dans le mica (*uniaxe*); ce dernier possède un pléochroïsme intense, suivant :

n_g............................ Brun foncé
n_p............................ Jaune rougeâtre

» L'association de ces deux minéraux est parfois si intime que l'analyse optique du mélange est difficile.

» On observe en outre des grains nombreux de sodalite bleue, des rhomboèdres *p* de calcite ou de dolomie, et des inclusions d'un grand nombre des minéraux de la syénite éléolithique au milieu de laquelle se trouve le minéral étudié.

» Dès lors, les résultats de l'analyse de Müller s'expliquent par la dissolution de la sodalite et de la calcite dans l'acide chlorhydrique bouillant et la décomposition partielle du mica noir donnant dans le résidu insoluble un excès de silice. Le nom de *ptérolite* doit donc être rayé de la nomenclature minéralogique.

» *Villarsite*. — Dans son *Manuel de Minéralogie*, M. Des Cloizeaux, faisant remarquer l'analogie des angles du péridot et de la villarsite, montre que l'existence dans la villarsite de propriétés optiques biréfringentes, voisines de celles du péridot, ne permet pas de la considérer comme une pseudomorphose stéatiteuse de ce dernier minéral, mais comme un péridot hydraté.

» L'examen de quelques cristaux de Traverselle, qu'ont bien voulu me donner MM. Des Cloizeaux et Damour, m'a fait voir que la villarsite n'était autre que du péridot normal, fendillé dans tous les sens et plus ou moins transformé en produits secondaires.

» Il est, par suite, facile de comprendre les propriétés optiques observées par M. Des Cloizeaux.

» La marche de la décomposition de ce péridot est celle que l'on observe dans les basaltes, les mélaphyres; les cristaux se fendillent, leur périphérie et les parois des fissures se tapissent de produits colloïdes et de fibres à allongement positif de chrysotile auxquels s'ajoute souvent de la calcite. Dans quelques échantillons de Traverselle, la transformation en chrysotile est complète.

» La villarsite ne peut donc être considérée à aucun titre, non seulement comme espèce distincte, mais encore comme variété de péridot.

L'analogie établie par quelques minéralogistes entre la villarsite et les gros cristaux de la serpentine de Snarum est par suite complète, puisque ces deux substances sont l'une et l'autre des produits de la décomposition de l'olivine.

» *Grängésite.* — D'après Erdmann (LÄROBOK, *Miner.*, p. 374; 1853), la grängésite de Grängesberg en Dalécarlie (Suède), possédant une composition chimique voisine de celle de la ripidolite, formerait des épigénies de pyroxène. En lames minces, ce minéral est brun verdâtre et isotrope : il ne possède donc pas d'individualité propre.

» *Gamsigradite.* — Breithaupt a donné ce nom à une amphibole trouvée à Gamsigrad (Serbie) dans une roche qu'il a appelée *timazite*. L'analyse en a été faite par Müller (*Berg- und hüttenmännische Zeitung*, t. XX, p. 53); elle indique la présence de 6 pour 100 de Mn O.

» L'échantillon que j'ai examiné m'a été remis par M. Des Cloizeaux, qui le tenait de Breithaupt lui-même.

» La gamsigradite présente toutes les propriétés optiques de la hornblende.

» L'extinction maximum dans $g^1(010)$ atteint 30°. La biréfringence est de

$$n_g - n_p = 0,029.$$

» Le pléochroïsme est net. On observe suivant :

n_g	Vert bouteille
n_m	Brun verdâtre
n_p	Jaune brunâtre

» La roche qui sert de gangue à cette amphibole est une *dacite amphibolique à labrador et amphibole*. Ses éléments, énumérés dans leur ordre de consolidation, sont :

» I. Fer oxydulé, labrador, hornblende;

» II. Microlithes de hornblende, magma microgranulitique avec sphérolithes pétrosiliceux, fer oxydulé.

» Le labrador est remarquable par ses zones d'accroissement; il est riche en inclusions vitreuses. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note « Sur les aurores boréales observées dans l'océan Atlantique de 1881 à 1885 et leur périodicité », et une Note « Sur les grandes dépressions barométriques et la période solaire ».

M. E. **Maumené** adresse une Note « Sur la saccharine azotosulfurée de Fahlberg ».

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la mort d'un géologue, M. *Francisque Fontannes*, qui avait obtenu le grand prix des Sciences physiques dans un de ses concours.

M. **Daubrée**, à la suite de la communication de la Lettre qui annonce la mort de M. *Fontannes*, ajoute :

« Un de nos géologues les plus distingués, M. Francisque Fontannes, âgé de 42 ans seulement, vient d'être enlevé d'une manière imprévue et bien prématurée à la Science et à une mère éplorée.

» Avec un zèle et une persévérance des plus méritoires, M. Fontannes avait profité de l'indépendance de sa situation pour se consacrer à la Science. A la fois paléontologiste et stratigraphe, il a fait sur plusieurs questions importantes relatives à la vallée du Rhône des publications d'un grand intérêt. La connaissance des terrains tertiaires de cette région de la France présentait des lacunes, et leur étude offrait des difficultés que notre éminent et regretté confrère d'Archiac avait spécialement signalées, après avoir cherché à en coordonner l'histoire. Les formations marines pliocènes n'y avaient pas été reconnues. A la suite d'une longue série d'observations faites pas à pas dans la vallée du Rhône, en partant des Pyrénées-Orientales, de l'Hérault et des Alpes-Maritimes, où ces formations récentes étaient déjà connues, le perspicace observateur en découvrit le prolongement dans un grand nombre de localités, et il les suivit jusque dans le Lyonnais. Il parvint ainsi à tracer approximativement les limites capricieuses de la dernière invasion de l'Océan dans le sud-est de notre pays. Comme l'exprime sa Carte, la mer pliocène s'étendait en un golfe profond, ou fjord, de 400^{km} de longueur, depuis la Méditerranée actuelle, vers le Nord, à Avignon, Orange, Montélimar, Valence, et se terminait en se rétrécissant considérablement aux environs de Vienne.

» A part leur valeur stratigraphique, les fossiles pliocènes décelés par M. Fontannes offrent, par leurs formes mêmes, beaucoup d'intérêt. Comparées à celles des couches subapennines de l'Italie et d'autres qui en sont contemporaines, elles présentent des rapports et des différences qui ont

été l'objet d'un examen très approfondi. Ces travaux, publiés en deux gros volumes in-4°, comprenant ensemble 600 pages et le Catalogue raisonné de 340 espèces, ne forment d'ailleurs qu'une partie de ceux par lesquels M. Fontannes a éclairé, avec son remarquable talent d'observation, l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône. Antérieurement, dans sa description des Ammonites du calcaire jurassique du château de Crussol, il avait fait connaître toute une faune nouvelle pour le sud-est de la France.

» En présence de ces importantes recherches, qui resteront précieuses, pour le stratigraphe comme pour le paléontologiste, l'Académie avait décerné, en 1883, à M. Fontannes le grand prix des Sciences physiques, fondé pour récompenser le meilleur ouvrage sur la géologie d'une région de la France. C'était un hommage rendu à des qualités qui nous faisaient espérer beaucoup encore de cet excellent géologue. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 janvier 1887.

Leçons de clinique médicale faites à l'Hôpital de la Pitié (1883-1884) (1884-1885) (1885-1886); *par* M. S. Jaccoud, professeur de clinique à la Faculté de Paris, membre de l'Académie de Médecine. Paris, Adrien Delahaye et Émile Lecrosnier, 1885-1886-1887; 3 vol. in-8°.

Mémoire sur l'assainissement de Berlin; par Alfred Durand-Claye, ingénieur des Ponts et Chaussées, et M. Albert Petsche, ingénieur des Ponts et Chaussées. Paris, Vve Ch. Dunod; br. in-8°.

Bulletin du Ministère des Travaux publics. Statistique. Législation comparée; 7e année, T. XIV, novembre 1886.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; 33e année, 3e série, T. XII. Bruxelles, 1886; in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils,

septembre 1886; in-8°. Paris, au siège de la Société, cité Rougemont, 10.

Exploration internationale des régions polaires, 1882-83 *et* 1883-84 (*Expédition polaire finlandaise*).

Den norske nordhars-expedition, 1876-1878. XVI, *Zoologi-Mollusca*, II, ved HERMAN FRIELE, med 6 plancher. Christiania, 1886; in-4°.

Monthly summaries and monthly means for the year 1885; with 42 maps. Imperial meteorological Observatory, Tokio, Japon.

Royal Society of Canada 1885, *proceedings and transactions*, Vol. III. Montreal, Dawson frères, 1886.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI, Tomo XIX, febbraio 1886. Roma, 1886.

The zoological Record for 1885. *Being volume the twenty-second of the Record of zoological Literatur*. London, 1886; in-8°.

Proceedings of the royal physical Society, session 1885-86. Edinburgh, 1886.

Observaciones meteorolojicas hechas en el Observatorio astronomico de Santiago, JOSÉ IGNACIO VERGARA *Director* (1873-1881). Santiago de Chile, Imprenta nacional, calle de la Moneda, 110; 1884.

Observaciones meteorolojicas hechas en el Observatorio astronomico de Santiago, JOSÉ IGNACIO VERGARA *Director* (1882-1884). Santiago de Chile, Imprenta nacional; 1885.

Ofversigt af finska Vetenskaps-Societetens. Förhandlingar XXVII (1884-1885). Helsingfors, 1885.

ERRATA.

(Séance du 29 novembre 1886.)

Page 1090, ligne 32, *au lieu de* avec les sels de cuivre, *lisez* avec le sulfate de cuivre.

(Séance du 20 décembre 1886.)

Page 1232, dernière ligne, *au lieu de* données totales, *lisez* durées totales.
Page 1267, ligne 2, *au lieu de* 2^{kg}, *lisez* 2^{kg},800.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JANVIER 1887,

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur les travaux de M. Oppolzer, *Correspondant de la Section d'Astronomie;* par M. Tisserand.

« La carrière de M. Oppolzer, si prématurément interrompue, a été des plus fécondes, et sa perte sera vivement ressentie, non seulement dans son pays, mais dans tout le public scientifique.

» Né en 1840, M. Oppolzer se destina d'abord à la Médecine, où son père avait suivi une brillante carrière; mais l'Astronomie l'attira bientôt, et, dès 1866, il fondait dans son habitation de la Josephstadt un observatoire privé où il a formé depuis des élèves distingués. A partir de ce moment, il a publié de nombreuses observations de planètes et de comètes, des éphémérides, et toute une série de Mémoires intéressants.

» Ses travaux les plus importants se rapportent à la détermination des orbites des planètes et des comètes, sujet qui pouvait paraître épuisé après la méthode d'Olbers, et surtout après l'immortel Ouvrage de Gauss, le

Theoria motus dont l'élégance et la concision sont admirables. Cependant, M. Oppolzer a pu rajeunir et perfectionner ce sujet; une méthode spéciale qu'il a imaginée apporte des modifications heureuses au point de vue théorique creusé si profondément par Gauss, et permet au calculateur d'arriver plus rapidement au but, tout en lui donnant une précision plus grande. La première édition du *Traité des Orbites* de notre regretté Correspondant a paru en 1870 en un volume qui, depuis, est devenu familier aux jeunes astronomes et leur a rendu de grands services.

» En 1882, M. Oppolzer a augmenté et refondu entièrement cet Ouvrage en deux gros volumes qui forment un véritable Traité d'Astronomie; le premier vient d'être traduit en français par un professeur de Louvain, M. Pasquier. M. Oppolzer se proposait, il y a quelques mois seulement, d'apporter encore des modifications importantes au deuxième volume, où sont exposées cependant avec une grande netteté et de notables perfectionnements les méthodes aujourd'hui en usage pour le calcul numérique des perturbations des planètes et des comètes.

» On doit à M. Oppolzer des recherches variées sur les marées, sur les réfractions, sur les éclipses historiques, et un travail important dans lequel il a annoncé que la comète périodique de Winnecke avait dans son moyen mouvement une accélération analogue à celle de la comète d'Encke, quoique notablement plus faible.

» M. Oppolzer faisait partie depuis longtemps de l'Association géodésique internationale, d'abord comme secrétaire, puis comme vice-président. Au Congrès de Rome, en 1883, il avait fait sur le pendule et ses applications à la Géodésie un Rapport magistral rempli d'aperçus lumineux, qui sera toujours cité comme un des résumés les plus complets et les plus clairs sur un sujet important et difficile. Il représentait en outre dignement son pays comme membre du Bureau international des Poids et Mesures, où il avait su, comme partout, conquérir l'estime et la sympathie de tous ses collègues.

» Les derniers travaux de notre savant Correspondant se rapportent à la Mécanique céleste, à la Théorie du mouvement de la Lune; il était engagé là dans des calculs importants qu'il nous disait récemment (novembre 1886) être très avancés; il faut espérer qu'on pourra en publier une bonne partie.

» Nous devons rappeler enfin que, comme professeur à l'Université de Vienne, M. Oppolzer avait contribué avec éclat et dans une large mesure au développement de la Science.

» Ce résumé succinct donne une faible idée du rôle important qu'a joué M. Oppolzer dans presque toutes les branches de l'Astronomie, de son activité surprenante, et des services qu'il aurait rendus encore si la mort n'était venue le frapper dans toute la force et l'éclat de son talent. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur divers phénomènes offerts par les puits artésiens récemment forés en Algérie.* Note de M. DE LESSEPS.

« Il y a quatre ans, étant accompagné du colonel Roudaire, auteur du projet de mer intérieure africaine, de MM. Abel Couvreux, ingénieur, de Kersabiec, officier de marine, Léon Dru, chef de l'ancienne maison Mulot des puits artésiens, Baronnet, second du colonel Roudaire, nous fîmes le parcours du désert de l'est à l'ouest, depuis le rivage du golfe de Gabès jusqu'à Biskra.

» Nous suivîmes d'abord une ligne interrompue de temps en temps par une succession de puits romains démontrant l'existence d'eaux souterraines, ainsi que l'indiquait déjà ce passage de Strabon (Livre XVII) : *Entre les Gétules et le rivage de la Méditerranée, il y a un grand nombre de plaines, de montagnes, de lacs étendus, de fleuves dont quelques-uns disparaissent sous-terre.*

» Après la mort du colonel Roudaire, le savant et vaillant explorateur de la région des Chotts, le commandant Landas fut chargé de poursuivre son œuvre. De concert avec lui et après un nouvel examen sur les lieux, M. Léon Dru fixa l'emplacement d'un premier puits artésien, qui fut commencé le 15 février 1885.

» Le 20 mai, une nappe jaillissante d'une puissance considérable était découverte à 90^{m} de profondeur, à 1500^{m} de l'embouchure de la petite rivière Oued-Melah et à 1200^{m} de la mer. Le débit atteignit le chiffre énorme de 8000^{lit} par minute, soit 135^{lit} par seconde. La vitesse de l'eau, dans l'intérieur du tubage, était de $5^{m},40$ par seconde et de grandes quantités de sables, de marnes et de calcaires, du poids de 12^{kg}, étaient lancées par l'orifice du trou de sonde. La température de l'eau était de 25°C.

» Le commandant Landas fit aussitôt démonter le matériel et déblayer les abords encombrés par 1200^{mc} à 1500^{mc} de débris. Le débit parut alors se régulariser, et la continuation des travaux fut suspendue jusqu'à la saison chaude.

» En 1886, à la reprise des travaux, on constata que la puissance de

cette nappe artésienne était telle qu'on ne pouvait la capter entièrement, et l'on renonça à cette opération.

» Au mois de décembre, les sources latérales qui avaient dû se former sous la pression annonçaient l'écoulement des eaux par le terrain et, le 26 décembre dernier, le sol s'affaissait tout à coup de 10^m sur 15^m et de 20^m de circonférence.

» L'écoulement s'est alors fait par cet orifice; on l'utilise ainsi pour l'irrigation de 500^{ha} à 600^{ha} qui l'entourent et qui sont déjà mis en culture.

» Je donne lecture de la Lettre qui m'a été adressée de Gabès, le 22 décembre, par le commandant Landas :

» Il vient de se produire un événement à notre premier puits.

» Le 19, vers 6^h du soir, nous étions tout près du puits, lorsqu'un bruit épouvantable se fait entendre, et une trombe d'eau s'élève à environ 4^m au-dessus du sol, précisément à l'endroit où se trouvaient les deux petites sources dont je vous ai parlé, je crois, c'est-à-dire à environ $1^m,50$ du sondage et à 8^m de nos habitations.

» En moins d'une minute, tous les environs du puits ont été envahis par des flots de sable, avec projections de blocs énormes de gypse. Plusieurs hommes qui se trouvaient à ce moment sur les dunes ont failli rouler dans le précipice. J'ai cru un moment que le sol manquait sous nos pieds.

» Dès que la colonne d'eau a pu s'affaisser, on a aperçu une immense ouverture naturelle, et une grande partie de la dune avait disparu. A une heure d'intervalle, le même phénomène s'est reproduit, mais beaucoup moins intense. Pendant plusieurs heures, on entendait, plutôt qu'on ne voyait les dunes s'écrouler dans l'abîme.

» Inutile de vous dire la stupeur de tous; tous les habitants de nos deux baraques voulaient déménager. En effet, elles se trouvent maintenant à 3^m à peine de ce lac instantané. Par précaution, j'ai fait mettre en lieu sûr la caisse et tous les papiers; quant au reste, je ne savais où le mettre.

» Mon frère Henri, qui travaillait à ce moment à son bureau, en entendant ce bruit, avait couru à la porte pour voir ce qui se passait; mais, à ce moment, l'eau inondait tout, et il fallait venir à son secours pour le tirer de là.

» Tout ce que je vous raconte s'était passé dans l'espace de trois minutes. Puis l'eau est restée calme jusqu'au deuxième mouvement dont je vous ai parlé.

» L'habitation du nord est restée pleine d'eau et de sable pendant quarante heures; mes frères, qui y logeaient, sont venus camper par terre dans ma chambre qui, étant un peu plus élevée, bien qu'à la même distance du puits, était restée à sec.

» Nous avons peu dormi cette nuit-là, et nous attendions le jour avec impatience pour nous rendre compte du phénomène et de ses effets.

» Au point du jour nous avons aperçu, à côté du puits, un lac naturel ayant la forme d'une ellipse dont les axes avaient 20^m et 15^m. Au moyen d'un radeau, j'ai pu sonder toute l'étendue de ce lac. Il a partout 10^m de profondeur. Les talus sont à pic, sauf un du côté du sondage, qui est un peu en contre-bas. C'est l'endroit qui offre le plus de danger.

» Après la découverte de ce premier puits artésien, le commandant Landas m'adressa un Rapport sur un projet de colonisation déjà commencée.

» La base de ce projet était l'irrigation par puits artésiens et, pour continuer l'œuvre, il confia à M. Paulin Arrault, successeur de M. Léon Dru, la recherche de la puissante nappe d'eau souterraine en un autre point, désigné sur la Carte que je mets sous les yeux de l'Académie.

» Les mêmes couches géologiques du premier sondage furent traversées avec des épaisseurs peu différentes. Les terrains gypseux, puis les marnes succédèrent aux sables, appartenant tous à la période quaternaire. A la profondeur de 80^{m}, l'eau vint à jaillir avec une force considérable, qui n'atténuait en rien l'ascension du premier sondage, coulant à 5^{m} plus bas.

» Le débit est de $12\,000^{lit}$ à $15\,000^{lit}$ à la minute, soit 250^{lit} par seconde, avec une vitesse de 6^{m} à 7^{m} dans le tubage central, qui atteint à peine $0^{m},20$.

» Le régime s'est rapidement établi et l'eau coule très claire, sans projection de sables et de marnes, comme au premier sondage. En élevant le thermomètre de $1^{m},50$ au-dessus de la tête du tubage, la température est toujours de 25° C.

» Un troisième sondage est déjà entrepris sur un point opposé au deuxième, et la similitude des couches fait également espérer un même résultat.

» C'est le cas de répéter cette parole du maréchal Bugeaud : « La civi-
» lisation de l'Afrique française viendra par le fond. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Gimé adresse un Mémoire « Sur un nouvel appareil de mesures électriques ».

(Commissaires : MM. Becquerel, Mascart, Lippmann.)

M. Ch. Brame adresse un Mémoire sur la théorie des couleurs et une Note sur le noir absolu.

(Commissaires : MM. Becquerel, Cornu, Lippmann.)

M. **Ducassé** adresse une Note et une Brochure sur la reconstitution du vignoble français.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **L.-F. Darreau** adresse un nouveau Mémoire « Sur la végétation avec les matières solides du *tout à l'égout* ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers** annonce à l'Académie que l'inauguration de la statue de Denis Papin, élevée dans la cour d'honneur du Conservatoire, aura lieu le 16 janvier.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La vingt-deuxième année du « Journal du Ciel », publié par M. *J. Vinot;*

2° Une Notice biographique sur Paul Bert, par M. *Émile Thierry*. (Présentée par M. Chauveau.)

MM. **Obrecht**, **G. Bigourdan**, **Grunow**, **Vignal** adressent des remerciements pour les distinctions accordées à leurs travaux, dans la séance publique de 1886.

M. l'**Inspecteur général de la Navigation** adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au pont Royal et au pont de la Tournelle, pendant l'année 1886.

ALGÈBRE. — *Sur la théorie des formes algébriques à p variables.* Note de M. **R. Perrin**, présentée par M. Halphen.

« La première difficulté qui se présente dans l'étude des formes ternaires, quaternaires, etc., résulte de l'absence de méthode générale (ana-

logue, par exemple, à celle que M. Cayley a tirée, pour les formes binaires, de la considération des péninvariants ou semi-invariants) qui permette d'obtenir sûrement et sans répétition tous les concomitants distincts, soit purs, soit mixtes. Le principe de translation de Clebsch en fournit bien quelques-uns; mais, pour le surplus, il faut recourir dans chaque cas à des considérations spéciales et, le plus souvent, passer par l'intermédiaire de formes mixtes pour obtenir les formes pures les plus simples. J'ai réussi à combler cette lacune de la théorie, grâce au principe suivant, qui ramène la recherche des invariants et covariants purs d'une forme ou d'un système de formes à p variables cogrédientes, à celle des invariants d'un système déterminé de formes à $p-1$ variables cogrédientes, principe que j'énoncerai d'abord, pour plus de clarté, dans l'hypothèse d'une forme unique :

» Théorème I. — *Soit une forme à p variables $x_1, x_2, \ldots, x_p$, ordonnée par rapport à l'une d'elles :*

$$u = ax_1^m + mu_1 x_1^{m-1} + \frac{m(m-1)}{1.2} u_2 x_1^{m-2} + \ldots + u_m.$$

Si l'on construit, en traitant u comme une forme binaire où x_1 serait le rapport des deux variables, les $m-1$ péninvariants principaux (c'est-à-dire sources des covariants associés à la forme binaire), savoir

$$\begin{aligned}
v_2 &= au_2 - u_1^2,\\
v_3 &= a^2 u_3 - 3au_1 u_2 + 2u_1^3,\\
v_4 &= au_4 - 4u_1 u_3 + 3u_2^2,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,
\end{aligned}$$

on aura un système de $m-1$ formes à $p-1$ variables : tout invariant de ce système de formes, considérées comme indépendantes et simultanées, sera un invariant ou un péninvariant pur (coefficient de la plus haute puissance de x_1 dans un covariant pur) de u considérée comme forme à p variables; et réciproquement tout invariant ou péninvariant pur de u, multiplié par une puissance convenable de a, devient une fonction entière de a et des invariants du système des formes $v_2, \ldots, v_m$.

» La seconde partie de ce théorème est presque évidente; car, si b_1, $b_2, \ldots, b_{p-1}$ sont les coefficients de $x_2, x_3, \ldots, x_p$ dans u_1, on sait que chacun des autres coefficients de u, multiplié par une certaine puissance de a, s'exprime en fonction entière de a, de $b_1, b_2, \ldots, b_{p-1}$, et des coefficients de $v_2, \ldots, v_m$. Il en est donc de même de tout invariant ou péninva-

riant pur h_0 de u, quand on l'a multiplié par une puissance convenable a^r de a; et comme h_0 doit rester invariable quand on change x_1 en $x_1 + kx_q$ $(q = 2, 3, \ldots, p)$, ce qui revient à changer b_{q-1} en $b_{q-1} + ka$ sans altérer a, ni les autres coefficients b, ni les coefficients des formes $\varphi_2, \ldots, \varphi_m$, il faut bien que cette expression de $a^r h_0$ ne renferme explicitement que a et les coefficients des formes φ, mais aucun des b. De plus, $a^r h_0$ doit rester invariable, à une puissance près du module, par toute substitution n'affectant que les variables $x_2, \ldots, x_p$ entre elles; c'est donc, par définition, une fonction entière de a et d'invariants du système des formes φ.

» Quant à la première partie du théorème, elle s'établit en remarquant :

» 1° Que tout invariant h_0 du système des formes φ satisfait, comme tel, aux $(p-1)(p-2)$ équations différentielles qui s'écrivent dans la notation de M. Cayley

$$\left(x_q \frac{d}{dx_s}\right) = 0 \qquad [q = 2, 3, \ldots, p;\ s = 2, 3, \ldots, p;\ s \gtrless q];$$

» 2° Que h_0 satisfait, en outre, comme chacune des formes φ dont il dérive, aux $(p-1)$ équations

$$\left(x_q \frac{d}{dx_1}\right) = 0 \qquad [q = 2, 3, \ldots, p].$$

» 3° Qu'enfin, si θ est le degré de h_0 par rapport aux coefficients de u, π son poids par rapport à x_1 (le poids de chacun des coefficients de φ_r étant pris égal à r), μ l'entier $m\theta - \frac{p\pi}{p-1}$, et que l'on pose

$$\begin{aligned} h = h_0 x_1^{\mu} &+ (h_1 x_2 + h'_1 x_3 + h''_1 x_4 + \ldots) x_1^{\mu-1} \\ &+ (h_2 x_2^2 + h'_2 x_3^2 + \ldots + 2h''_2 x_2 x_3 + \ldots) x_1^{\mu-2} + \ldots, \end{aligned}$$

où $h_1, h'_1, h''_1, \ldots, h_2, h'_2, \ldots, h''_2, \ldots$ sont déterminés, de proche en proche, par les relations

$$\begin{array}{llll} \left(x_1 \frac{dh_0}{dx_2}\right) = h_1, & \left(x_1 \frac{dh_0}{dx_3}\right) = h'_1, & \left(x_1 \frac{dh_0}{dx_4}\right) = h''_1, & \ldots, \\ \left(x_1 \frac{dh_1}{dx_2}\right) = 2h_2, & \left(x_1 \frac{dh'_1}{dx_3}\right) = 2h'_2, & \ldots, & \\ \left(x_1 \frac{dh_1}{dx_3}\right) = \left(x_1 \frac{dh'_1}{dx_3}\right) = 2h''_2, & \ldots. & & \end{array}$$

dont la loi de formation est évidente, h satisfera identiquement aux

$p - 1$ équations

$$\left(x_1 \frac{d}{dx_q}\right) = x_1 \frac{d}{dx_q} \qquad [q = 2, 3, \ldots, p].$$

» On en conclut, en vertu d'un principe démontré par M. Cayley pour les formes binaires et qui s'étend sans grande difficulté aux formes à un nombre quelconque de variables, que h sera un covariant de u, d'ordre μ, et, par suite, h_0 un péninvariant (ou un invariant) de u.

» Le théorème I reste vrai pour un système quelconque de formes u, u', u'', ..., pourvu qu'on adjoigne aux péninvariants principaux $v_2, \ldots, v_m$ de u, par exemple, les péninvariants $v'_1, v'_2, \ldots, v''_1, v''_2, \ldots$ qui apparaissent comme coefficients des puissances de x_1 dans u', u'', ... lorsqu'on fait disparaître dans u le terme en x_1^{m-1}, savoir

$$\begin{aligned}
v'_1 &= au'_1 - a'u_1,\\
v'_2 &= au'_2 - 2u_1u'_1 + a'u_2,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\
v''_1 &= au''_1 - a''u_1,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}$$

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai quelques conséquences et applications immédiates du théorème I, ainsi généralisé, et je montrerai comment il convient de le modifier, si l'on désire obtenir non plus seulement les invariants et covariants purs, mais aussi les contrevariants et les covariants mixtes des formes ou systèmes de formes à p variables, au moyen de systèmes déterminés de formes à $p - 1$ variables seulement. »

CHIMIE. — *De l'action du chlorure de carbone sur les oxydes anhydres.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Cahours.

« M. Schützenberger a montré que le tétrachlorure de carbone réagit facilement sur l'anhydride sulfurique avec formation de phosgène et de chlorure de pyrosulfuryle. Je me suis proposé de voir s'il ne serait pas susceptible d'agir sur les oxydes suivant l'une des équations

$$\begin{aligned}
CCl^4 + 2MO &= 2MCl^2 + CO^2,\\
CCl^4 + MO &= MCl^2 + COCl^2,
\end{aligned}$$

et si cette réaction ne pourrait être utilisée dans les laboratoires pour la préparation commode des chlorures anhydres.

» L'expérience a confirmé cette vue pour plusieurs oxydes. C'est ainsi que l'on réussit facilement avec les oxydes de chrome, d'aluminium, de titane, de niobium, de tantale, de zirconium. Il n'en est pas de même avec la silice.

» La réaction, pour se passer dans le sens des équations précédentes, doit avoir lieu à une température inférieure à celle qui détruit sinon le tétrachlorure de carbone, au moins l'hexachlorure (C^2Cl^6), c'est-à-dire au-dessous du rouge (¹). Les expériences ont toujours été faites à des températures bien inférieures dans des tubes en verre qui demeurent inattaqués.

» Dans le cas de l'acide niobique, la réaction se produit déjà, bien qu'avec lenteur, à la température de la naphtaline bouillante (220°), et avec une extrême rapidité à 440° (²). L'acide titanique réagit de même très facilement à 440°. Il est même commode de préparer le chlorure de titane en faisant passer la vapeur de chlorure de carbone sur du rutile en petits fragments, chauffé au rouge sombre dans un tube de verre dur un peu long. L'action se passe en deux phases qu'on peut suivre en l'étudiant dans un tube de verre scellé, *très résistant*, qu'on chauffe à 440°. Il se forme d'abord un corps jaune cristallisant à froid, qui paraît être l'oxychlorure de MM. Friedel et Guérin. Ensuite cet oxychlorure est détruit et il se forme du chlorure de titane. On peut formuler ainsi ces réactions :

$$TiO^2 + CCl^4 = TiOCl^2 + COCl^2,$$
$$TiOCl^2 + COCl^2 = TiCl^4 + CO^2,$$
$$TiOCl^2 + CCl^4 = TiCl^4 + COCl^2.$$

» En réalité, on trouve, comme dans toutes ces réactions, un mélange de phosgène et d'acide carbonique et en outre, comme la réaction est lente dans ces circonstances, de l'hexachlorure de carbone et du chlore.

» L'oxyde de chrome, l'alumine, l'acide tantalique sont de même atta-

(¹) Le tétrachlorure de carbone se dédouble déjà, bien que lentement, en chlore et hexachlorure à 440°. Mais le mélange chlore et hexachlorure peut être regardé comme équivalent à CCl^4. A une température voisine du rouge on a, au contraire, une décomposition complexe avec formation de produits charbonneux.

(²) Il est question ici d'acide niobique calciné au rouge ; une calcination très forte et prolongée élève légèrement la température de réaction.

qués sans peine. La zircone s'attaque aussi, quoique un peu lentement, dans le soufre bouillant. Au rouge sombre la réaction est rapide. Au contraire, la silice ne réagit qu'à peine à cette température. La majeure partie du chlorure de carbone se dédouble en hexachlorure et chlore et l'on trouve une trace de chlorure de silicium dans le chlorure de carbone échappé à la destruction.

» Les zircons, ainsi que le faisait prévoir le résultat précédent, restent inattaqués. On peut dire qu'ils sont nettoyés par le courant gazeux. Des zircons opaques de Suède ont, en effet, donné dans ces conditions des chlorures de titane, de niobium, etc., et sont devenus incolores et transparents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'érythrite*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Cahours.

« L'érythrite, étant un alcool deux fois primaire, devrait donner successivement, par oxydation, un acide monobasique et un acide bibasique; ce dernier serait l'acide tartrique si l'on admet pour l'érythrite la formule indiquée par Henninger.

» Jusqu'ici on n'a pas décrit d'acide monobasique dérivé de l'érythrite, et la transformation de cet alcool en acide tartrique n'a jamais donné de résultats satisfaisants. Seul, M. Przybitek a transformé 100^{gr} d'érythrite en acide oxalique mélangé de 8^{gr} environ d'acide tartrique [1].

» L'oxydation de l'érythrite mérite donc d'être reprise et étudiée dans toutes ses phases; l'importance que peut présenter un nouveau mode de synthèse de l'acide tartrique au point de vue de la dissymétrie optique ajoute à cette question un intérêt particulier.

» I. J'ai cherché si la Thermochimie sanctionne les formules de constitution admises pour l'érythrite et l'acide tartrique. Les deux basicités de l'acide tartrique dissous dégagent, l'une $12^{Cal},7$, l'autre $12^{Cal},6$, en se combinant à la soude étendue (Berthelot), ce qui confirme la symétrie de la molécule tartrique.

» *Érythrite*. — J'ai trouvé, pour chaleur de dissolution de cet alcool, $-5^{Cal},2$ vers 18°, et $-5^{Cal},12$ vers 9°.

---

(1) Le Mémoire de M. Przybitek paraît incomplet. Voir Supplément du *Dictionnaire de Wurtz*, art. *Érythrite*.

Chaleur de neutralisation par la potasse ($1^{éq} = 1^{lit}$).

	Cal
Vers 19°, 1er équivalent	+ 0,66
» 2e équivalent	+ 0,27
» 3e équivalent	+ 0,16

	Cal
1er et 2e équivalent par K OH = $\frac{1}{2}^{lit}$ (vers 11°)	+ 1,10
3e et 4e équivalent » » »	+ 0,38

» *Remarque* — L'érythrate $C^4H^8O^4K^2$ se dépose en cristaux d'une solution d'érythrite dans la potasse en excès. Il est très soluble dans l'eau.

» Les nombres précédents prouvent que la dilution influe sur la chaleur de neutralisation : c'est le cas de tous les alcools ; de plus, la neutralisation de deux fonctions alcooliques dans un même volume final de liquide donne des nombres différents :

$1^{éq}$ d'érythrite (2^{lit}) + K OH (1^{lit}). Total : 3^{lit} liq. = + 0,66
$1^{éq}$ d'érythrite (2^{lit}) + 2 K OH (1^{lit}). Total : 3^{lit} liq. = + 1,1

» La Thermochimie ne permettant pas d'affirmer la symétrie dans la constitution de l'érythrite, j'ai entrepris de résoudre la question par des expériences directes.

» 2. J'ai traité l'érythrite par le perbromure de phosphore, et j'ai obtenu une bromhydrine $C^4H^6Br^4$, fusible à 112°, identique avec le tétrabromure de crotonylène décrit par Henninger.

» J'ai déterminé sa solubilité dans l'éther sec : 60^{cc} d'éther bouillant dissolvent environ 10 pour 100 de ce composé ; la solution dépose par refroidissement.

» Le brome, en réagissant en tubes scellés, vers 175°, sur ce tétrabromure, fournit un corps solide imprégné d'un liquide huileux; leur séparation s'effectue par filtration à la trompe.

» Le solide, purifié par des lavages à l'éther, est en paillettes nacrées, fusibles entre 167°-169°. Il est soluble dans le chloroforme, peu dans l'éther et dans l'alcool ; sa densité est voisine de 3,4. Sa composition répond à la formule $C^4H^4Br^6$.

Br pour 100	90,28
Théorie	90,26

» Le liquide est isomère du composé précédent (Br pour 100 : 89,6). Il est aisément soluble dans l'éther et le chloroforme, peu dans l'alcool; sa densité est 2,9 vers 15°. Pour déterminer sa constitution, je l'ai chauffé six

heures en tube scellé avec de la potasse étendue, entre 120° et 130°; après filtration et neutralisation du liquide alcalin, j'ai recueilli, par évaporation lente, un sel de potasse non bromé, très peu soluble dans l'eau, plus soluble dans les alcalis, à réaction légèrement acide : ces propriétés le rapprochent de la crème de tartre. Il diffère de ce tartrate en ce qu'il ne précipite pas les sels d'argent et ne trouble pas les sels de calcium; en outre, les angles cristallographiques sont différents pour ces deux sels, comme le prouvent les mesures ci-dessous, suppléments des angles de la section droite du prisme :

112°, 34°(9,5 et 24,5), 34°, 112°, 34°, 34°.

» Ce sel n'exerce aucune action sur la lumière polarisée, ainsi que M. Cornu et moi l'avons constaté à l'aide du saccharimètre à pénombre.

» Par les sels de plomb, il précipite et fournit un sel complètement insoluble.

» D'après son mode de formation, il paraît probable que l'acide dont les sels nous occupent n'est autre que l'acide monobasique dérivé de l'érythrite par oxydation (acide érythritique). Ce qui vient encore à l'appui de cette opinion, c'est que $0^{gr},310$ d'érythritate de potasse sec se sont transformés en $0^{gr},416$ d'érythritate de plomb (la théorie exigerait $0^{gr},418$), conformément à l'équation

$$2C^4H^3O^5K + PbCl^2 = 2KCl + Pb\,2C^4H^7O^5.$$

» L'hexabromure liquide serait alors le composé dissymétrique

$$CBr^3\,CHBr\,CHBr\,CH^2Br,$$

tandis que le bromure solide serait le composé symétrique

$$CHBr^2 - CHBr\,CHBr - CHBr^2\,;$$

c'est ce que nous nous proposons de démontrer d'une façon plus satisfaisante.

» Mais, dès maintenant, on peut conclure que la saponification des dérivés bromés du crotonylène est possible, puisque l'acide obtenu est exempt de brome (¹). »

(¹) Ce travail a été fait à l'École Polytechnique, au laboratoire de M. Gal.

THERMOCHIMIE. — *Sur le glycérinate de potasse*. Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« J'ai fait connaître précédemment la chaleur de formation du glycérinate de soude et de sa combinaison éthylique, et les circonstances dans lesquelles ces composés prennent naissance. J'ai observé des faits analogues avec le glycérinate de potasse.

» I. Ce corps ne peut pas être obtenu directement par la dissolution du potassium dans la glycérine anhydre, pour les raisons que j'ai indiquées à propos du glycérinate de soude, mais on peut lui appliquer le procédé de préparation de ce dernier.

» On ajoute 92gr de glycérine anhydre à une dissolution concentrée de 39gr,1 de potassium dans l'alcool éthylique anhydre. La combinaison se fait à froid, au bout de quelques minutes. Après refroidissement de la liqueur, on sépare par le filtre les cristaux formés, et on les étend sur des plaques de porcelaine poreuse, sous une cloche rodée. Lorsque la substance ne perd plus de poids et a pris l'aspect d'une matière sèche, on la recueille.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2$.
K	21,92	22,20
C	34,44	34,07
H	7,68	7,38

» La formule du composé est donc $C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2$; elle est analogue à celle du glycérinate de soude éthylique $C^6H^7NaO^6, C^4H^6O^2$.

» Les cristaux obtenus lorsque la matière se dépose rapidement sont des lamelles transparentes; elles peuvent atteindre 0m,01 de longueur, lorsque le dépôt se fait plus lentement; elles paraissent alors orthorhombiques ou clinorhombiques, mais les cristaux sont trop altérables à l'air pour permettre des mesures d'angles.

» La liqueur séparée du composé solide en abandonne une nouvelle quantité par évaporation lente. J'ai trouvé qu'elle dissout, à +15°, 187gr de la combinaison $C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2$ par litre.

» Ce corps ne peut être conservé qu'à l'abri de l'air; les moindres traces d'humidité le détruisent.

» II. Sa chaleur de dissolution dans l'eau a été trouvée de $-0^{Cal},06$, à +15°, pour 1éq(176gr,1) dissous dans 6lit d'eau.

» La dissolution additionnée de son volume d'eau ne dégage pas de chaleur.

» D'autre part, le mélange des trois dissolutions

$$C^6H^8O^6 (1^{éq} = 2^{lit}), \quad KHO^2 (1^{éq} = 2^{lit}), \quad C^4H^6O^2 (1^{éq} = 2^{lit})$$

donne $+ 0^{Cal},49$ à la même température.

» D'où l'on déduit :

$$C^6H^8O^6 \text{ liquide} + KHO^2 \text{ solide} + C^4H^6O^2 \text{ liquide}$$
$$= H^2O^2 \text{ sol.} + C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2 \text{ sol.} \ldots \ldots \quad + 18^{Cal},53$$

» III. Lorsqu'on chauffe à 120°, dans un courant d'hydrogène sec, le composé précédent, il perd un équivalent d'alcool éthylique et donne le glycérinate de potasse $C^6H^7KO^6$.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7KO^6$.
K	29,80	30,05
C	27,90	27,67
H	5,43	5,38

» La chaleur de dissolution de ce corps est de $+ 0^{Cal},18$, à $+ 15°$, pour $1^{éq}$ ($130^{gr},1$) dissous dans 4^{lit} d'eau. La réaction des deux dissolutions de glycérine ($1^{éq} = 2^{lit}$) et de potasse ($1^{éq} = 2^{lit}$) donne $+ 0^{Cal},58$.

» On en déduit

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + KHO^2 \text{ sol.} = C^6H^7KO^6 \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol} \ldots \ldots \quad + 15^{Cal},84$$

et par différence

$$C^6H^7KO^6 \text{ sol.} + C^4H^6O^2 \text{ liq.} = C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2 \text{ sol.} \ldots \ldots \quad + 2^{Cal},69$$

» On peut de même calculer les réactions

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + KO \text{ sol.} = C^6H^7KO^6 \text{ sol.} + HO \text{ sol} \ldots \ldots \quad + 36^{Cal},33$$
$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + K \text{ sol.} = C^6H^7KO^6 \text{ sol.} + H \text{ gaz} \ldots \ldots \quad + 49^{Cal},71$$

Ce dernier nombre est plus élevé que celui qui correspond au glycérinate de soude ($+ 43^{Cal},89$) et voisin de celui qui est donné par le phénol :

$$C^{12}H^6O^2 \text{ liq.} + K \text{ sol.} = C^{12}H^5KO^2 \text{ sol.} + H \text{ gaz} \ldots \ldots \quad + 53^{Cal},94$$

» IV. Enfin, on trouve encore, au moyen des données précédentes,

$$C^6H^8O^6 \text{ liquide} + C^4H^5KO^2 \text{ dissous dans } n\,C^4H^6O^2 \text{ liquide}$$
$$= C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2 \text{ sol. précipité dans } n\,C^4H^6O^2 \text{ liq.} \quad + 3^{Cal},17$$

C'est la réaction qui se produit dans la préparation du composé

$$C^6H^7KO^6,\ C^4H^6O^2;$$

elle est exothermique.

» S'il se formait directement du glycérinate de potasse $C^6H^7KO^6$, on aurait

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + C^4H^5KO^2 \text{ dissous dans } nC^4H^6O^2 \text{ liq.}$$
$$= C^6H^7KO^6 \text{ sol.} + (n+1)C^4H^6O^2 \text{ liq} \ldots\ldots\ldots\ldots + 0^{Cal},46$$

La réaction serait encore exothermique, mais dégagerait beaucoup moins de chaleur que la précédente; aussi la combinaison éthylique se formera de préférence.

» V. Les nombres relatifs au glycérinate de potasse et à son dérivé éthylique sont presque tous un peu plus élevés que ceux qu'on obtient avec le glycérinate de soude. Il n'y a d'exception que pour la fixation de la molécule d'alcool éthylique sur le glycérinate ($+ 2^{Cal},69$, au lieu de $+ 4^{Cal},58$). Cet alcool est donc soudé avec moins d'énergie au glycérinate de potasse. D'ailleurs, ce résultat est confirmé par l'expérience directe : le composé $C^6H^7NaO^6$, $C^4H^6O^2$ peut être abandonné pendant plusieurs jours sous une cloche, en présence d'acide sulfurique concentré, sans perdre d'alcool; au contraire, le glycérinate de potasse éthylique se transforme en quelques heures, dans les mêmes conditions, en $C^6H^7KO^6$.

» VI. La chaleur de formation de la glycérine étant connue, on peut calculer la chaleur dégagée pour former les deux glycérinates, à partir des éléments.

» On trouve ainsi :

$$C^6 \text{ sol. (diamant)} + H^7 \text{ gaz.} + O^6 \text{ gaz.} + Na \text{ sol.} = C^6H^7NaO^6 \text{ sol.} \ldots + 209^{Cal},42$$
$$C^6 \text{ sol. (diamant)} + H^7 \text{ gaz.} + O^6 \text{ gaz.} + K \text{ sol.} = C^6H^7KO^6 \text{ sol} \ldots + 215^{Cal},23$$

nombres très voisins. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés de l'érythrène.* Note de MM. E. **Grimaux** et **Ch. Cloez**, présentée par M. Friedel.

« En traitant le butylène bromé par l'éthylate de sodium, M. Caventou a obtenu un hydrocarbure C^4H^6, le *crotonylène*, qui lui a fourni un bibromure liquide $C^4H^6Br^2$, et, en très petite quantité, un tétrabromure dont le point de fusion n'a pas été déterminé; il a préparé, de plus, un tétrabro-

mure de même formule, fusible entre 110°-115°, en soumettant à l'action du brome les produits de destruction pyrogénée de l'alcool amylique.

» Plus tard, le même chimiste a extrait des liquides formés dans la production du gaz comprimé un hydrocarbure *peut-être identique* avec le crotonylène.

» Un tétrabromure de même formule, présentant le même point de fusion, s'obtient aussi, suivant M. Prunier, au moyen du carbure C^4H^6, préparé par M. Berthelot en chauffant au rouge un mélange d'éthylène et d'acétylène.

» Enfin Henninger, dans la réduction de l'érythrite par l'acide formique, a recueilli l'érythrène C^4H^6 dont le tétrabromure lui *paraît probablement* identique avec celui que fournissent les huiles de gaz comprimé.

» L'identité des carbures C^4H^6 de diverses origines est tellement loin d'être démontrée, que M. Beilstein réserve le nom de *crotonylène* au produit dérivé du butylène bromé, celui d'*éthyl-acétylène* au carbure de M. Berthelot, et range sous le nom de *vinyl-éthylène* l'érythrène d'Henninger, le carbure des huiles de gaz et celui que fournit la destruction pyrogénée de l'alcool amylique.

» Nous nous sommes proposé, dans ce travail, de décider si l'érythrène et le carbure des huiles de gaz sont réellement identiques, comme le supposait Henninger.

» Le carbure des huiles de gaz recueilli par distillation a fourni le tétrabromure, fusible à 116°, soluble dans vingt fois environ son poids d'alcool à 85° bouillant, presque insoluble à froid, cristallisé en longues aiguilles brillantes, présentant tous les caractères du bromure préparé par M. Caventou dans les mêmes conditions.

» Chauffé au bain-marie avec une solution alcoolique de potasse, il réagit vivement et donne la moitié de son brome à l'état de bromure; l'alcool distillé entraîne avec lui le produit de la réaction; par addition d'eau à l'alcool, on voit se précipiter des gouttelettes huileuses, probablement du corps $C^4H^4Br^2$, qui, au bout de quelques instants, se convertissent en un polymère solide, insoluble dans tous les solvants, sauf dans le bromure d'éthylène bouillant, se carbonisant, sans fondre, par l'action de la chaleur.

» Si, aussitôt la précipitation, on agite avec de l'éther, celui-ci dissout le corps huileux, qui ne s'altère pas dans ses solutions; mais, si l'éther est abandonné à l'évaporation spontanée, le résidu se polymérise rapidement.

» On peut néanmoins démontrer sa présence dans la solution éthérée,

en l'additionnant de brome et abandonnant à l'évaporation; il se sépare de longues aiguilles d'un corps qu'on purifie par compression et par une cristallisation lente dans l'alcool éthéré.

» Ce corps, qui paraît constituer le tétrabromure bibromé $C^4H^4Br^2, Br^4$, est en longs prismes brillants, très solubles dans l'éther, peu solubles dans l'alcool, fusibles à 69°; chauffé en petite quantité, il se volatilise sans décomposition.

» Les mêmes expériences, ayant été faites sur le bromure d'érythrène d'Henninger, ont donné les mêmes résultats : formation d'une huile se polymérisant spontanément et fixant le brome en solution éthérée pour fournir le tétrabromure bibromé, fusible à 69°.

» Le carbure des huiles de gaz est donc identique avec l'érythrène d'Henninger et constitue le vinyl-éthylène $CH^2 = CH - CH = CH^2$; il nous semble donc qu'on doit le désigner par le nom d'*érythrène*, qui rappelle ses relations avec l'érythrite, d'autant plus qu'il n'est pas prouvé que ce carbure se confonde avec le crotonylène dérivé du butylène bromé.

» Quant au tétrabromure provenant des carbures de la décomposition pyrogénée de l'alcool amylique, il paraît différer du bromure d'érythrène, car il donne à la distillation, suivant M. Caventou, des produits liquides et un résidu charbonneux. Nous avons constaté, au contraire, que le tétrabromure d'érythrène distille vers 265°-270°, avec dégagement d'acide bromhydrique, sans laisser de résidu sensible; le produit de la distillation, qui se solidifie tout de suite dans le récipient, est un mélange de tétrabromure non décomposé en plus grande partie, et d'un autre corps solide, fusible au-dessous de 40°, sur lequel nous reviendrons.

» L'érythrène retiré des huiles du gaz comprimé s'unit facilement à l'acide hypochloreux; le produit de la réaction est soluble dans l'éther, dans l'alcool et dans l'eau. Nous en poursuivons l'étude. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production artificielle de la zincite et de la willemite.* Note de M. Alex. Gorgeu, présentée par M. Friedel.

« *Zincite.* — Les procédés qui m'ont permis de reproduire la zincite sont fondés sur la décomposition par la chaleur seule, ou aidée de la vapeur d'eau, de plusieurs sels de zinc.

» Le sulfate de zinc calciné lentement jusqu'au rouge vif laisse de l'oxyde de zinc pur et cristallin; lorsque le sel de zinc a été mélangé avec

du sulfate de potasse ou de soude, on peut donner naissance à de jolis cristaux d'oxyde de zinc.

» Pour obtenir ce résultat, on opère sur un mélange de $1^{éq}$ de sulfate de zinc et $\frac{1}{2}$ à $1^{éq}$ de sulfate alcalin. La décomposition du sel de zinc est alors moins rapide et, si l'on a soin de la conduire lentement, on voit les cristaux se former peu à peu et nager dans le mélange fondu. On arrête l'expérience lorsqu'une partie importante du sulfate zincique est décomposée. Le culot traité par l'eau bouillante laisse insolubles une partie lourde, jaune verdâtre, et une partie blanche, plus légère. Cette dernière est cristallisée comme la partie lourde, mais ses éléments sont beaucoup plus petits; on la sépare par décantation, parce qu'elle renferme un peu de sulfate basique. On lave ensuite à l'eau bouillante et l'on sèche la partie lourde.

» Les cristaux ainsi isolés sont formés d'oxyde de zinc pur; ils sont anhydres et transparents, leur couleur est jaune verdâtre ou verdâtre et leur éclat nacré. Ils affectent la forme de prismes hexagonaux biréfringents, positifs, et surtout de plaques hexagonales sans modifications, de $\frac{5}{100}$ à $\frac{20}{100}$ de millimètre. Les plaques hexagonales présentent des angles de 120°. Vues suivant leur axe, elles n'agissent pas sur la lumière polarisée. Ces cristaux appartiennent donc au système hexagonal comme la zincite. En comparant dans les mêmes conditions la dureté de cet oxyde artificiel et celle de la zincite, on les a trouvées identiques. Leurs densités sont aussi les mêmes; 5,5 dans l'oxyde du sulfate, de 5,4 à 5,5 dans l'oxyde naturel.

» Ce mode de reproduction de la zincite n'est qu'une application du procédé qui a permis à M. Debray d'obtenir cristallisées la glucine, la magnésie, etc.

» L'azotate de zinc peut aussi donner naissance à de la zincite bien cristallisée. Il suffit pour cela d'opérer lentement et de ne décomposer qu'une partie de l'azotate. La partie lourde, jaune verdâtre, laissée insoluble par l'eau bouillante et débarrassée de la partie légère par décantation, est de l'oxyde de zinc pur et anhydre. Il affecte, cette fois, la forme de pyramides à six pans, souvent soudées deux à deux par leurs bases.

» Le fluorure de zinc peut également servir à préparer de belle zincite. Grillé seul, en présence de la vapeur d'eau, il se transforme en protoxyde de zinc amorphe; la même opération, effectuée sur un mélange à parties égales de fluorure de potassium et de fluorure de zinc, donne naissance à des cristaux très nets, que l'on recueille après avoir épuisé l'action de l'eau bouillante sur le culot fondn. Ce sont des prismes hexagonaux, terminés par des

pyramides à six pans, posées sur les arêtes du prisme. Leur couleur est jaune verdâtre, ils sont anhydres, ne perdent rien au grillage et ne contiennent pas de fluor.

» MM. Dupont et Ferrières ont reproduit la zincite en faisant réagir les vapeurs d'eau et de chlorure de zinc dans un creuset chauffé au rouge vif. Les cristaux obtenus étaient des prismes hexagonaux, présentant une couronne de modifications autour de la base.

» Ces cristaux d'oxyde de zinc obtenus précédemment diffèrent par leur couleur de la teinte orangée des cristaux naturels; mais, en ajoutant $\frac{10}{100}$ de sulfate de manganèse au mélange de sulfate de soude et de zinc, la zincite obtenue renferme $\frac{1}{100}$ de protoxyde de manganèse et présente une couleur identique à celle du produit naturel.

» *Willemite*, $SiO^2, 2ZnO$. — Ce silicate a été reproduit par H. Sainte-Claire Deville en faisant agir des vapeurs de fluorure de silicium et d'acide fluorhydrique sur l'oxyde de zinc. Le mode de production artificielle que je vais exposer est fondé sur l'action de la silice sur un mélange de sulfate alcalin et de sulfate de zinc. Dans un pareil mélange la décomposition du sel de zinc est retardée, le silicate se forme lentement et il est facile de discerner la forme des cristaux obtenus.

» Pour obtenir un produit bien cristallisé, il faut mélanger intimement un équivalent de sulfate de zinc avec $\frac{1}{2}$ à $1^{éq}$ de sulfate sodique ou potassique et $\frac{1}{30}$ de leur poids de silice hydratée, et calciner le tout pendant une heure environ à la température qui provoque un dégagement régulier et peu abondant d'acide sulfureux. Le culot traité par l'eau bouillante laisse insolubles les cristaux de silicate, mélangés à une quantité variable de silice, sous forme de tridymite, et quelquefois à une petite quantité de sulfate basique. On enlève facilement ce dernier sel, sans altérer les cristaux, en traitant rapidement le mélange insoluble par de l'acide acétique étendu de 200 volumes d'eau.

» L'épaisseur des cristaux de silicate varie de $\frac{1}{100}$ à $\frac{3}{100}$ de millimètre; ce sont des prismes hexagonaux, terminés par un rhomboèdre obtus. Comme la willemite, ils sont fortement biréfringents, positifs et éteignent la lumière polarisée suivant leur longueur.

» En comparant la dureté de la willemite avec celle d'un silicate artificiel, qui ne renfermait que $\frac{1}{100}$ de silice, on a trouvé que ces duretés étaient exprimées par le même nombre 5,5. La densité de la willemite artificielle est égale à 4,25, c'est-à-dire sensiblement la même que celle de la willemite naturelle, comprise entre 3,9 et 4,29.

» Il résulte des analyses de plusieurs silicates, produits dans des conditions variées, qu'ils contiennent en moyenne 26,4 pour 100 de silice et 73,6 de protoxyde de zinc. Théoriquement ils devraient renfermer 27,3 de silice et 72,7 d'oxyde.

» Les acides agissent de même sur les deux silicates, naturel et artificiel.

» Le silicate neutre de zinc, résultant de l'action de la silice sur le sulfate de zinc mélangé de sulfate alcalin, paraît donc identique à la willemite.

» La silice calcinée, le sable, produisent le même silicate que la silice hydratée; leur action est seulement plus lente.

» Je n'ai jamais constaté l'existence d'un silicate acide de zinc SiO^2ZnO. En opérant dans les conditions les plus favorables à sa production, le silicate obtenu, qui renfermait 25 pour 100 de silice non transformée, était encore du silicate neutre.

» Le chlorure de zinc seul ou associé à $1^{éq}$ de chlorure alcalin, fondu avec la silice, en présence de la vapeur d'eau, donne facilement naissance à un silicate $SiO^2, 2ZnO$, cristallisé, positif et fortement biréfringent, mais les cristaux obtenus sont trop minces pour que l'on puisse distinguer la forme exacte des prismes.

» Je me propose de faire connaître prochainement à l'Académie la nature des produits cristallins obtenus en faisant agir, au sein du sulfate de soude fondu, le sulfate ferrique sur le sulfate de zinc et la silice sur le sulfate de magnésie. »

ZOOLOGIE. — *Considérations sur les Poissons des grandes profondeurs.* Deuxième Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le sous-ordre des *Anacanthini* fournit un nombre considérable d'espèces à la faune abyssale et c'est parmi ces Poissons qu'il conviendrait de prendre les types réellement caractéristiques. Il faut toutefois remarquer qu'ici encore les Poissons de fond pour les régions supérieures, les Pleuronectes, mauvais nageurs et qui se tiennent constamment sur le sol, manquent cependant; l'animal que l'on peut citer comme ayant été trouvé au niveau le plus bas est le *Pleuronectes megastoma* Donov., pris dans le dragage CXXIII par 560^m; c'est une exception: en général, les Poissons de ce groupe ne dépassent pas 200^m.

» Dans la division des *Gadoidei*, abstraction faite des *Gadopsidæ* et des *Ateleopodidæ*, les premiers n'appartenant sans doute pas à cette tribu, les seconds étant encore trop imparfaitement connus, toutes les familles sont représentées. On peut rappeler, pour mémoire, les *Eurypharyngidæ*, type aberrant, très spécial aux régions profondes, mais dont on ne connaît jusqu'ici que de trop rares exemplaires pour qu'on puisse tirer de son étude quelque idée générale sur la faune.

» Les *Lycodidæ* ne sont pas dans le même cas et offrent quelques espèces, d'autant plus curieuses que cette famille se compose jusqu'ici d'un petit nombre de types, dont la répartition géographique est très spéciale; ces Poissons n'ont pas été dragués par moins de 1300^{m} : le *Lycodophis albus* n. g. et sp. a été trouvé par plus de 4000^{m}.

» Les *Gadidæ*, sauf le genre nouveau *Scopelogadus*, remarquable par la petitesse de ses yeux, lequel a été pris par 3655^{m}, ne descendent pas généralement jusqu'aux grandes profondeurs, c'est-à-dire au delà de 600^{m} ou 700^{m}; cependant on sait que l'on pêche habituellement avec les Squales, à Sétubal, le *Mora mediterranea* Risso. Comme il s'agit là de Poissons bon nageurs, n'est-on pas encore en droit de se demander si la perfection de leurs moyens de locomotion, jointe à l'acuité de leurs organes sensoriels, ne leur permet pas, tout en habitant ces profondeurs, d'éviter les engins plus facilement que ne le font les espèces moins bien douées sous ce double rapport?

» C'est à leur état d'imperfection qu'il faudrait attribuer, par contre, l'abondance des deux familles voisines, les *Ophidiidæ* et les *Macruridæ* : ici le pédoncule caudal effilé est peu musculeux, la nageoire, qui devrait le terminer, fait absolument défaut, car on ne peut donner ce nom aux quelques rayons filamenteux terminaux, qui continuent, à proprement parler, la dorsale et l'anale; celles-ci même, quoique normalement développées et étendues sur toute la longueur du corps, n'ont que des rayons faibles, la membrane interradiale paraît parfois manquer : en tous cas est-elle très ténue et peu résistante. Ces caractères sont surtout marqués chez les *Macrurus, Bathygadus, Coryphænoides, Hymenocephalus;* aussi la famille qui les renferme peut-elle être regardée, plus encore peut-être que celle des *Alepocephalidæ* ou des *Halosauridæ*, comme caractéristique de la faune abyssale. Aucune des espèces qui la composent ne remonte, dans les latitudes chaudes ou tempérées, à moins de 400^{m} ou 500^{m} et elles descendent à plus de 4000^{m}. D'un autre côté, en ce qui concerne l'abondance d'un type, c'est parmi les *Macruridæ* que se trouve l'espèce la plus fréquemment

pêchée dans ces abîmes. Ainsi le *Macrurus sclerorhynchus*, Val., a été rencontré dans cinquante et un dragages depuis 640^{m} jusqu'à 3655^{m}, différence de niveau considérable, mais dont on pourrait fournir d'autres exemples. Ce sont, au reste, les *Anacanthini* qui nous ont présenté les espèces descendant aux plus grandes profondeurs: le *Coryphænoides gigas* a été pris par 4255^{m}, l'*Alexeterion Parfaiti* n. g. et sp., par 5005^{m}.

» Dans la famille des *Ophidiidæ* à laquelle se rapporte ce dernier Poisson, toutes les espèces des grandes profondeurs appartiennent à la section des *Brotulina*, et les genres sont assez nombreux aujourd'hui; plusieurs ont été rencontrées en abondance dans nos dragages, par exemple le *Dicrolene introniger* G. et B.; citons encore deux espèces nouvelles de *Porogadus : P. nudus* et *P. subarmatus;* cinq espèces de *Bathyonus* dont quatre n'étaient pas encore connues : *B. metriostoma, B. murænolepis, B. microphthalmus, B. oncerocephalus*. La plupart de ces animaux ne remontent guère à moins de 1000^{m}; bon nombre d'individus ont été trouvés par 3200^{m}.

» L'étude des espèces recueillies dans les différents groupes semble donc montrer que les Poissons bons nageurs nous échappent encore, au moins en très grande partie, et la faune ichtyologique abyssale nous serait de ce côté imparfaitement connue. Toutefois, en s'en tenant aux faits acquis, plusieurs conclusions sur la répartition et les rapports de ces êtres peuvent se dégager de ces recherches.

» En premier lieu, les récoltes spécialement faites par le *Talisman* montrent qu'un nombre considérable d'espèces, regardées jusqu'ici comme propres à la mer Méditerranée, surtout parmi les *Scopelidæ*, les *Gadidæ*, les *Macruridæ*, se retrouvent dans l'Atlantique jusqu'au banc d'Arguin et aux îles du cap Vert, points extrêmes atteints dans cette dernière campagne.

» Le facies de cette faune la relie très évidemment aux faunes boréale et australe, surtout la première. Ainsi les *Lycodidæ*, si caractéristiques de ces régions, se retrouvent dans les grandes profondeurs; l'abondance des *Anacanthini*, ceux du groupe des *Macruridæ* surtout, témoigne dans le même sens.

» Enfin un fait non moins frappant, c'est l'homogénéité de la faune ichtyologique dans ces abîmes. Non seulement, en effet, les mêmes genres se trouvent sur des points très éloignés (les *Bathysaurus*, les *Halosaurus*, les *Bathypterois*, les *Macrurus*, les *Coryphænoides* et bien d'autres se rencontrent à la fois dans l'Atlantique et le Pacifique), mais encore des espèces peuvent avoir une aire de répartition très étendue. Nombre d'entre elles

ont été prises sur les points les plus éloignés d'un même océan : le *Dicrolene introniger* G. et B. existe à la fois dans le voisinage de l'Amérique septentrionale et sur les côtes du Soudan; le *Macrurus holotrachys* Günt., découvert à l'embouchure du rio de la Plata, a été dragué sur les côtes du Maroc. L'extension peut aller encore plus loin; le *Stomias boa* Risso, des profondeurs de la Méditerranée, a été retrouvé dans l'océan Arctique, puis sur des points nombreux de l'Atlantique, enfin, par Peters, dans l'océan Pacifique. Dans la campagne du *Talisman* sur les côtes du Soudan, aux Açores, aux îles du cap Vert, a été capturé un Macroure qu'il n'est pas possible de distinguer du *Macrurus Japonicus,* Schlegel. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur le mécanisme de la respiration chez les Myriapodes.* Note de **J. Chalande**, présentée par M. Milne-Edwards.

« La plupart des zoologistes admettent que le mécanisme de la respiration chez les Myriapodes est le même que chez les Insectes.

» Les nombreuses recherches auxquelles je me suis livré prouvent que cette hypothèse est dépourvue de tout fondement et démontrent que, chez les espèces possédant une enveloppe extrêmement dure (Iulides), aussi bien que chez celles dont les téguments externes sont relativement mous (Lithobides, Scolopendrides, Géophilides), il n'existe pas de mouvements externes destinés spécialement au renouvellement de l'air dans l'appareil respiratoire. Non seulement il n'y a pas chez ces animaux de mouvements généraux liés à la respiration, mais encore leurs stigmates, pourvus d'un péritrème corné, restent absolument immobiles.

» L'appareil respiratoire ne possède pas de mouvements qui lui soient propres, susceptibles de produire l'appel ou l'expulsion de l'air. Les poches sous-stigmatiques, chez les espèces qui en sont pourvues, peuvent bien, sous l'influence de causes extérieures, se contracter; mais on ne peut regarder ces contractions comme des mouvements respiratoires. L'étude directe des causes qui les déterminent en fournit la preuve.

» Un Myriapode étant placé dans une petite cage de verre, on y fait pénétrer un courant d'eau. Aussitôt l'animal contracte ses poches sous-stigmatiques, ou les appendices qui bordent les stigmates se rapprochent, et l'eau ne pénètre pas dans l'appareil respiratoire. Cette occlusion n'est pas complète cependant. Suffisante pour s'opposer à l'entrée de l'eau, elle ne peut empêcher la pénétration des gaz.

» Si l'appareil dans lequel est placé le Myriapode est disposé de telle sorte que les expériences puissent avoir lieu sur la platine du microscope, de manière à en suivre toutes les phases, on peut constater : 1° dans les expériences d'asphyxie par submersion, le ralentissement, puis le renversement de la circulation, et enfin la cessation des contractions du vaisseau dorsal; l'animal vit tant que l'air contenu dans ses trachées n'est pas complètement vicié; 2° dans les expériences d'asphyxie par le gaz acide carbonique, l'arrêt immédiat de toutes les fonctions, dès que le gaz est introduit.

» Dans l'un et l'autre cas, si, sans prolonger trop longtemps l'expérience, on remet l'animal à l'air libre, on voit reparaître les contractions du vaisseau dorsal, qui, d'abord très faibles, ne tardent pas à atteindre la moyenne primitive.

» Si l'on observe avec soin l'ensemble des faits produits par les contractions du vaisseau dorsal, on remarque qu'à chaque mouvement le sang chassé dans les lacunes, rencontrant dans son parcours les trachées qui y sont baignées, accentue à chaque flux sanguin les courbes de ces trachées. Il en résulte pour chaque contraction alternativement une augmentation et une diminution dans la capacité totale de l'ensemble de l'appareil respiratoire.

» L'inspiration et l'expiration sont ainsi assurées par les mouvements rythmiques du vaisseau dorsal. En outre, l'air pénètre par diffusion jusque dans les plus fines trachées. Pendant le repos, ces causes agissent seules.

» Pendant l'activité, certaines fonctions aident la respiration; ce sont :

» 1° Pendant la marche, l'action des muscles moteurs des pattes sur les trachées;

» 2° Pendant la digestion, les mouvements du canal digestif.

» Enfin l'abaissement de la température, outre le ralentissement qu'il exerce sur toutes les fonctions et, par conséquent, sur l'activité des combustions organiques, agit encore sur la respiration par la diminution du nombre des contractions du vaisseau dorsal. »

GÉOLOGIE. — *Age de la bauxite dans le sud-est de la France.* Note de M. **L. Collot**, présentée par M. Hébert.

« La bauxite se rencontre en différents lieux des départements circumméditerranéens. On en connaît aussi dans l'Ariège, entre le corallien et l'urgonien. Je ne m'occuperai pas, dans cette Note, de ces derniers gise-

ments. Ceux de la région qui comprend les bassins des rivières d'Orb et d'Argens et tout le pays intermédiaire sont en nappe intercalée dans les terrains sédimentaires. Il est facile de s'en convaincre en suivant sur plusieurs kilomètres les affleurements, toujours parallèles à ceux des couches encaissantes (Villeveyrac, les Alpines, Ollières).

» Toutefois, la bauxite n'est le satellite d'aucune de ces couches. Inférieurement, son indépendance est facile à saisir, à cause du ravinement profond de la roche sous-jacente et du contraste des substances. Au toit, ses rapports sont ceux d'une roche préexistante remaniée par une formation sédimentaire qui s'appuie sur elle. Aux Baux, à Puyloubier, à Allauch, j'ai vu la première couche calcaire superposée à la bauxite renfermer des parcelles de cette substance ; ce sont des nodules plus résistants, quelquefois brisés en fragments anguleux, distribués d'une façon irrégulière dans le calcaire, sans passage graduel d'une substance à l'autre. A Maussane, à 1^m au-dessus du minerai, les grains de bauxite forment l'amande de dragées dont l'enveloppe est un calcaire pur, en couches concentriques. Dans tous les cas, la roche calcaire reste blanche ou grise, sans participer à la coloration de la bauxite, comme cela aurait lieu si la matière ferro-alumineuse avait été apportée à l'état de molécules en suspension dans l'eau au moment de la formation du calcaire.

» Le défaut de passage de la bauxite aux roches encaissantes est une conséquence de son âge, séparé des leurs, en général, par deux lacunes. Cette indépendance se manifeste encore dans la diversité des couches encaissantes : le toit est d'âge presque aussi variable que le mur. Il s'agit bien pourtant, dans les différents cas, de la même formation de bauxite ; car les limites supérieures et inférieures, imposées à son âge par les couches encaissantes, convergent vers une même époque, comprenant l'aptien et le gault.

» Dans les environs de Saint-Chinian (Hérault), la bauxite repose sur l'infra-lias et est recouverte par des pondingues et grès siliceux, rouges, surmontés eux-mêmes de calcaires, le tout d'âge danien et formé dans des eaux douces.

» A Villeveyrac, la série jurassique se complète, et la bauxite repose sur les calcaires gris du jurassique supérieur. Le recouvrement est formé par le même étage qu'autour de Saint-Chinian. Il est puissant, et c'est dans sa partie supérieure que les calcaires découpés en dentelles, de Vallemagne, fournissent la faune de Rognac.

» Autour des Baux, dans la chaîne des Alpines (Bouches-du-Rhône), la

bauxite repose sur des couches encore plus récentes, à savoir les calcaires blancs urgoniens. Son toit est encore formé par diverses assises daniennes à *Lychnus*. Nulle part elle n'alterne normalement avec ces couches nymphéennes : les apparences contraires qu'on a pu constater ici ou dans le bassin de Fureau résultent, suivant les cas, de remaniements visibles ou de récurrences par suite de petites failles, ou de confusions entre la bauxite et des argiles rouges, mais plastiques.

» Au puits de Rians, à Pourrières, Peynier, Ollières, la bauxite repose sur les calcaires blancs qui terminent le jurassique. Les couches qui la recouvrent sont le prolongement de celles à lignite de Fureau : elles renferment notamment *Melania nerineiformis* Sandbg., caractéristique de la base des lignites et *Cyrena concinna* Sow., et même, à Puyloubier, *Bulimus proboscideus* Math. Ce sont des couches un peu plus anciennes qu'à Villeveyrac et aux Baux. Au Val, près de Brignolles, la place occupée par la bauxite est la même, à cette différence près que les premières couches qui la recouvrent sont entièrement gréseuses : ce n'est que le développement d'une forme qu'affectent en partie les mêmes couches à Ollières.

» Dans les localités précédentes, la bauxite n'est jamais supportée par un terrain plus récent que l'urgonien, ni recouverte par un plus ancien que les couches d'eau douce du crétacé supérieur. Les localités au sud du Lar, où le crétacé se complète, nous permettent de resserrer ces limites, non par le bas, mais par le haut.

» Au sud de Trets (vers les Reynauds), la bauxite, peu développée, se montre entre le jurassique supérieur et les couches à *Hippurites dilatatus*, qui supportent elles-mêmes toute la série de couches d'eau douce du crétacé supérieur.

» A Allauch, la bauxite n'est ni accolée à des couches d'eau douce et tombée avec elles dans des failles, ni interstratifiée dans les calcaires à Hippurites. Elle est intercalée entre l'urgonien et ces derniers : des fouilles dirigées à peu près horizontalement s'enfoncent parallèlement à la stratification sans sortir de la bauxite. Sur le bord du plateau du Plan d'Aups, la bauxite est aussi recouverte par les calcaires à *Hippurites dilatatus*. Elle repose sur le jurassique supérieur (dolomies et calcaires blancs).

» Enfin, entre le Revest et Ollioules, près de Toulon, la bauxite réapparaît sur l'urgonien. Le cénomanien avec *Ostræa flabella, O. columba*, se montre tout à côté. Je n'ai pas vu en ce point d'étage intermédiaire par son âge entre l'urgonien et le cénomanien. Là où il m'a été donné d'observer l'aptien et le gault, j'ai perdu la trace de la bauxite. L'urgonien et le cé-

nomanien, voilà donc les limites entre lesquelles s'enferme l'âge de la bauxite.

» Sur les divers points que j'ai cités, rien ne contredit cet âge et je crois qu'il y a lieu d'attribuer une date uniforme à la production de toutes les bauxites qui se montrent de l'ouest du département de l'Hérault jusqu'au milieu de celui du Var. La seule différence entre ces gisements réside dans l'amplitude de la lacune stratigraphique dans laquelle la bauxite prend place. Réduite à un minimum dans le bassin du Beausset, où la série est la plus complète, la lacune augmente à mesure qu'on s'éloigne de celui-ci dans les différentes directions. Elle est à son maximum du côté ouest, où la montagne Noire a été de bonne heure et pendant longtemps un centre d'émersion.

» En résumé, tout se passe comme si *la bauxite s'était répandue pendant l'âge de l'aptien et du gault, en nappe transgressive sur une surface émergée appartenant aux divers étages géologiques de l'infra-lias à l'urgonien, et n'avait été recouverte que plus tard par un premier sédiment dont l'âge varie, suivant les lieux, du cénomanien au danien.* »

HYDROGRAPHIE. — *Sur les résultats partiels des deux premières expériences pour déterminer la direction des courants de l'Atlantique Nord.* Note du prince **Albert de Monaco**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Des 169 flotteurs que j'avais placés, en 1885, jusqu'à 300 milles dans le nord-nord-ouest des Açores occidentales [1], 14 ont reparu.

» Sauf une correction qui sera puisée dans la recherche non encore terminée de l'action que les vents dominants ont pu exercer sur la nappe superficielle dans les régions traversées par nos flotteurs, voici des constatations offrant peut-être quelque intérêt.

» Le groupe entier semble être descendu vers les Açores, et les 11 flotteurs arrêtés dans ces îles fournissent les moyennes suivantes :

Direction.............	entre le S. 30° E. et le S. 49° E.
Durée du flottage......	118 jours
Distance parcourue....	379,36 milles
Vitesse...............	3,83 en 24^h

[1] *Comptes rendus*, 16 novembre 1885 et 20 décembre 1886.

» Trois autres flotteurs provenant de cette même expérience et relevés sur la côte sud-ouest du Portugal, à Madère et aux Canaries, semblent dessiner, au delà des Açores, une extension de la nappe superficielle, ralentie dans sa marche. On trouve, en effet, pour cette deuxième série :

Direction	entre le S. 40° E. et le S. 76° E.
Durée du flottage	402 jours
Distance parcourue	1087 milles
Vitesse	2,70 en 24^h

» Des 510 flotteurs que j'ai placés, en 1886, dans une région beaucoup plus rapprochée des côtes françaises ([1]), le long du 20e méridien Ouest, 4 ont déjà paru dans le nord-ouest du Portugal et de l'Espagne, 5 sur la côte de France, aux abords d'Arcachon. Voici leurs moyennes :

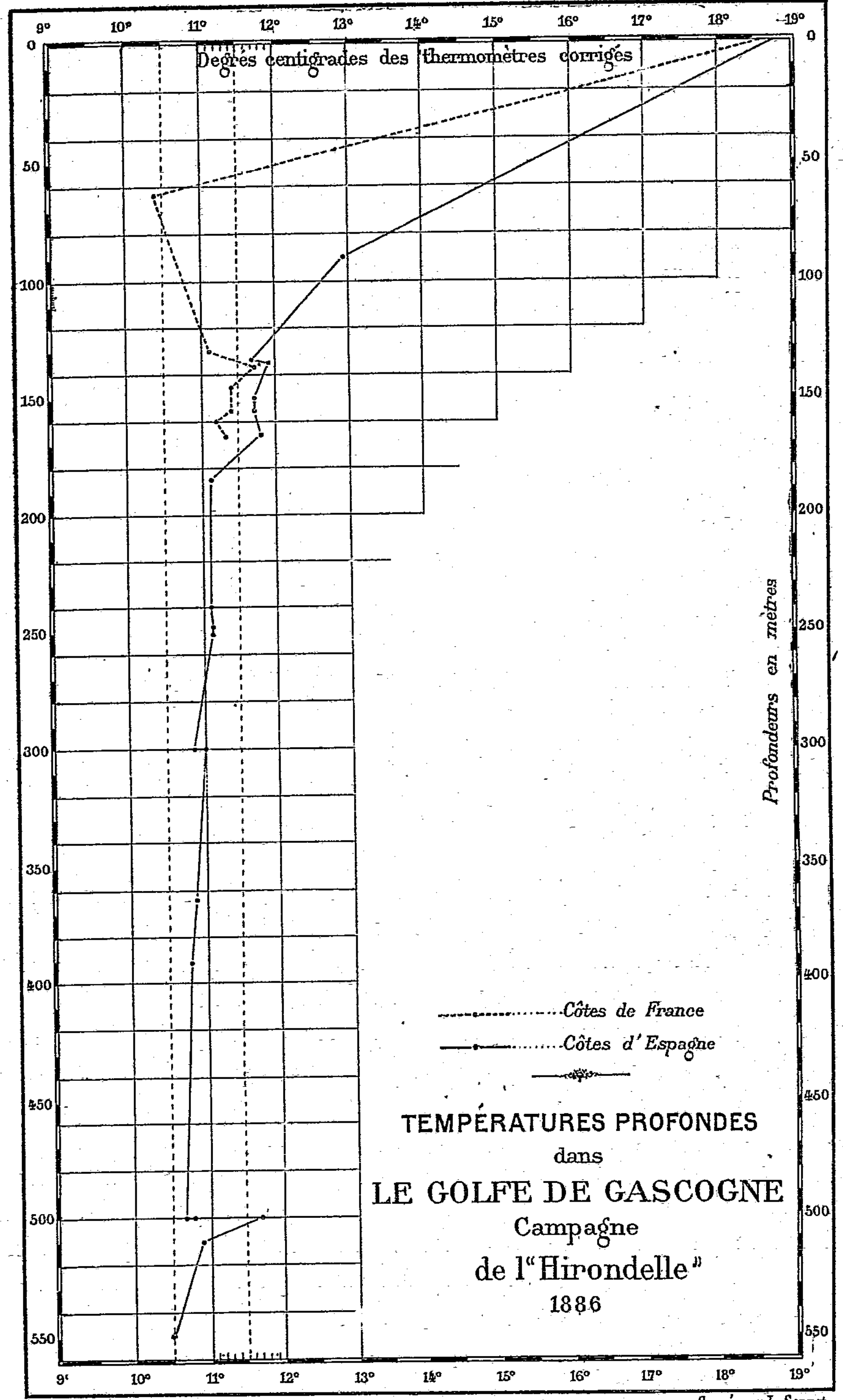
Direction	entre le S. 73° E. et le N. 88° E.
Distance parcourue	5 flotteurs du golfe : 678,6
	4 flotteurs de Galice : 366
Durée du flottage	5 flotteurs du golfe : 105,6
	4 flotteurs de Galice : 63,0
Vitesse	5 flotteurs du golfe : 6,45
	4 flotteurs de Galice : 5,80

» On voit, par conséquent, arriver sur les côtes du golfe de Gascogne et de la Galice une nappe d'eau superficielle, sans doute étroitement reliée avec celle que l'expérience de 1885 nous a montrée descendant vers le sud et le sud-est.

» Il convient d'indiquer ici que, d'après la comparaison de leurs vitesses respectives, les divers genres de flotteurs employés dans ces deux expériences n'ont pas ressenti avec la même intensité la poussée des lames.

» La vitesse accusée par les bouteilles de 1885 venues aux Açores surpasse de 4,03 milles celle qui est accusée par les sphères métalliques et les barils qui les accompagnaient dans cette expérience. D'autre part, elle se rapproche sensiblement de la vitesse accusée par les bouteilles de 1886. On peut s'expliquer ainsi la raison de cette différence : chaque fois qu'un objet dense et pesant, tel que nos flotteurs métalliques et nos barils lestés, retombe entre deux lames, son poids l'entraîne quelque peu au-dessous de son niveau moyen de flottaison, et avant qu'il ait repris son équilibre une partie de la lame suivante l'a déjà dépassé sans agir sur lui. Les flotteurs

([1]) *Comptes rendus*, 20 décembre 1886.



Dessiné par J. Hansen.

Gravé par L. Sonnet

bouteilles, dont la densité et le poids sont beaucoup moindres, subissent très peu cet effet et sont roulés en avant par chacune des lames, grandes et petites, qui les enveloppent dans leur volute : ils avancent donc un peu plus vite.

» Des expériences comparatives permettront de fixer une correction basée sur cette remarque.

» J'ai pris, en 1886, dans le golfe de Gascogne, des températures de profondeur au moyen d'un thermomètre à retournement de Miller-Casella, qui fonctionne par la chute d'un anneau métallique. M. Mascart a bien voulu depuis faire vérifier cet instrument, et les observations ont été corrigées en conséquence. Dans une première série de températures prises entre 45°48′ et 47°11′ de latitude Nord et entre 5°27′ et 6°30 de longitude Ouest, sept opérations seulement ont pu être faites, à cause du mauvais temps; elles vont jusqu'à 166^{m}.

» Une deuxième série comprend dix-neuf opérations au nord de la côte espagnole depuis le cap Peñas jusqu'au cap Finistère; elles atteignent 550^{m}. Le diagramme ci-contre résume les deux séries d'observations et permet de tracer la courbe approximative de l'abaissement de la température dans le golfe de Gascogne. Un fait, peut-être intéressant, paraît s'en dégager: par le hasard, et sans qu'on ait cherché ce résultat, un nombre égal de sondages (cinq) ont été faits sur la côte espagnole et sur la côte française, entre 135^{m} et 165^{m}. Ils accusent une différence de près d'un demi-degré en plus pour la côte espagnole dans la nappe d'eau à cette profondeur, ce qui correspondrait à un défaut d'horizontalité de 50^{m} à 60^{m} environ sur une distance de 210 milles pour la nappe liquide isotherme de 11°,75.

» Ce fait, rapproché de l'introduction de plusieurs flotteurs de 1886 dans la partie méridionale du golfe, jusque sur la côte des Landes, fait penser au courant de Rennel. Mais on pourrait, d'autre part, le rapprocher de la grande profondeur des eaux sur la côte espagnole. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Simultanéité entre certains phénomènes solaires et les perturbations du magnétisme terrestre*. Note de M. E. **Marchand**, présentée par M. Mascart.

« La comparaison des observations du Soleil faites à l'observatoire de Lyon, avec les courbes de notre enregistreur magnétique du système Mascart, conduit à quelques résultats intéressants.

» Dans cette comparaison, faite du 1er mai 1885 au 15 octobre 1886, on a tenu compte de toutes les perturbations et l'on a mesuré, pour chacune d'elles, les écarts entre les valeurs extrêmes des éléments enregistrés : déclinaison, composantes horizontale et verticale. Ces écarts, exprimés en minutes pour la déclinaison, en millièmes de la composante considérée pour les deux autres éléments, ont été corrigés au besoin des variations diurnes régulières.

» Considérons celles de ces perturbations (40) pour lesquelles l'écart en déclinaison est supérieur à 14′; divisons-les en quatre groupes de dix, et soient, pour chaque groupe, d, h et z la moyenne des écarts en déclinaison, composantes horizontale et verticale : les rapports $\frac{d}{h} = a$, $\frac{d}{z} = b$ ont des valeurs peu différentes d'un groupe à l'autre (a varie de 3,5 à 4,3; b, de 16 à 20), en sorte que, en donnant à a et b leurs valeurs moyennes, on peut exprimer, dans une perturbation quelconque, deux des trois écarts considérés en unités du troisième. La somme des trois écarts ramenés à une même unité a été prise pour *mesure de l'intensité* de la perturbation.

» Ceci posé, on a construit une courbe dont les ordonnées, proportionnelles aux intensités des perturbations, sont élevées, sur l'axe des temps, en des points correspondant aux époques des perturbations (époques marquées par les milieux de leurs durées). Cette courbe, ou mieux cette ligne brisée, présente une série de maxima correspondant à des perturbations plus fortes que celles qui les précèdent ou les suivent, et *chacun de ces maxima coïncide sensiblement avec le passage d'un groupe de taches ou d'un groupe de facules à sa plus courte distance au centre du disque solaire.*

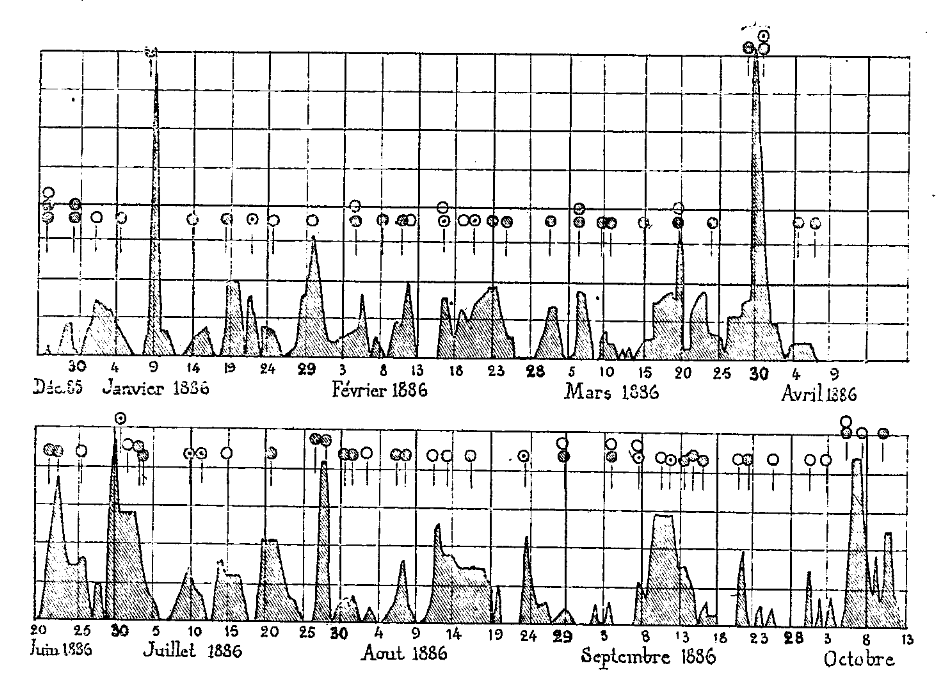
» C'est ce que montrent les deux diagrammes ci-après, dans lesquels on a indiqué, au-dessus de la courbe magnétique, les passages : 1° des groupes de taches par des cercles noirs; 2° des facules par des cercles blancs; 3° des facules avec pores ou taches très petites par des cercles avec un point au centre.

» Le diagramme supérieur se rapporte à une époque où les taches étaient nombreuses; le deuxième, à une période pendant laquelle le disque solaire a été observé plusieurs fois sans aucune tache, et où un assez grand nombre de maxima magnétiques correspondent à des passages de facules. Dans ce dernier cas, les facules ont été généralement observées jusqu'à une assez grande distance des deux bords; on peut en conclure qu'elles ont dû persister jusqu'au centre, bien que l'observation se soit rarement étendue jusque-là.

» J'ajouterai les remarques suivantes :

» 1° Il ne semble pas y avoir de relation entre l'intensité des perturbations et le diamètre des taches ;

» 2° On observe à la surface du Soleil des régions, plus ou moins étendues, occupées par des facules ; des taches qui s'y forment y changent d'aspect et de surface, ou même disparaissent pour se reformer parfois dans une position voisine. Certaines de ces *régions d'activité* persistent pendant plusieurs mois et, à part de très rares exceptions, chacun de leurs passages à la distance minima au centre du disque correspond, dans la courbe des



perturbations, à un maximum d'intensité, d'ailleurs variable d'un passage à l'autre.

» Parmi ces régions d'activité, il faut citer celle à laquelle se rattachent les grandes perturbations du 9 janvier et du 30 mars 1886 (diagramme supérieur) : elle a reparu deux fois dans l'intervalle de ces dates et deux fois après le 30 mars ; mais les maxima de la courbe magnétique correspondant à ces quatre derniers retours sont beaucoup moins marqués que les deux autres. A toutes ses apparitions, excepté à la dernière, cette région renfermait des taches ; mais, au 9 janvier, un premier groupe de taches assez

étendues s'y était formé depuis peu, et de même, au 30 mars, un second groupe venait d'y apparaître en arrière du premier.

» Il n'est pas inutile de remarquer encore que, très souvent, deux perturbations, que la *simple inspection* des courbes de l'enregistreur Mascart indique comme *fortes*, sont séparées par un intervalle sensiblement égal à un multiple de la durée de rotation apparente du Soleil : c'est ce qui a lieu, par exemple, en 1886, pour celles des 9 janvier et 30 mars (80 jours), des 22-23 juin et 11 septembre (81 jours), des 29-30 juin et 27-28 juillet (28 jours), des 11 septembre et 6-7 octobre (27 jours).

» De ce qui précède, on conclut qu'il existe une relation directe entre les perturbations du magnétisme terrestre et les déplacements, par rapport à nous, de certains des éléments solaires accompagnant les taches et les facules. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur actuelle des éléments magnétiques à l'observatoire du Parc Saint-Maur.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« Les observations magnétiques ont été poursuivies en 1886, à l'observatoire du Parc Saint-Maur, avec les mêmes appareils et d'après les mêmes méthodes que les années précédentes [1]. Les variations de la déclinaison et des deux composantes de la force terrestre sont enregistrées photographiquement au magnétographe de M. Mascart. La sensibilité des appareils n'a pas été modifiée en 1886 ; elle est vérifiée régulièrement deux fois par mois. Sur la feuille sensible, 1^{mm} d'ordonnée égale $1',39$ pour le déclinomètre, 0,00046H pour le bifilaire et 0,00019Z pour la balance magnétique.

» Des mesures absolues, fréquemment répétées, permettent d'établir et de vérifier, pour chaque élément, les valeurs correspondant aux repères des courbes de variations. Pour déterminer le méridien géographique, on a continué à se repérer sur le paratonnerre d'un pavillon situé à Nogent-sur-Marne, à 3700^{m} de l'observatoire, dans la direction du nord-nord-ouest. L'azimut de ce repère, déduit d'un grand nombre de mesures effectuées à différentes époques, et calculé à partir du nord par l'est, est de $343°17'$.

(1) *Comptes rendus*, t. C, p. 134, 1885 ; et t. CII, p. 66, 1886.

» Les valeurs absolues des éléments magnétiques au 1er janvier 1887, déduites de la moyenne des observations horaires relevées au magnétographe pendant les journées du 31 décembre 1886 et du 1er janvier 1887, qui n'ont pas eu de perturbation, sont les suivantes :

Déclinaison occidentale	15°57′,2
Inclinaison	65°15′,6
Composante horizontale	0,19443
Composante verticale	0,42196
Force totale	0,46460

» L'observatoire est situé par 0°9′23″ de longitude est et 48°48′34″ de latitude nord. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Le minimum récent des taches solaires.* Note de M. **A. Ricco**, présentée par M. Janssen.

« Aux singularités de la période actuelle des taches solaires, il faut ajouter le minimum qui a eu lieu entre octobre et décembre 1886, et qui est bien remarquable par son intensité et sa précocité

» Déjà, en octobre, la moyenne de la fréquence des taches a été très petite : à peu près une tache et quelques pores par jour. Du 31 octobre au 9 décembre, c'est-à-dire pendant quarante jours, on n'a observé en tout qu'une seule fois une tache très petite et neuf pores. Du 18 novembre au 7 décembre, savoir en vingt jours, on n'a vu qu'un seul pore le 26 novembre. Du 31 octobre au 11 novembre, du 18 au 25, du 27 novembre au 7 décembre, savoir *deux fois pendant onze jours et une fois pendant huit jours, on n'a vu sur le disque solaire ni tache ni pore.*

» Les vides de nos observations ne peuvent pas altérer notablement ces résultats : ils ont été de trois jours consécutifs en octobre, deux en novembre, trois en décembre.

» Puisque, dans le temps d'une rotation synodique solaire (treize à quatorze jours), nous voyons la sphère solaire entière, il s'ensuit qu'en chacune des deux périodes de onze jours de minimum absolu nous avons vu passer sous nos yeux presque toute la sphère solaire sans tache ni pore; et, en réunissant les deux périodes successives de huit et de onze jours, nous avons vu *tout le globe solaire, et de plus revu un quart, sans apercevoir autre chose qu'un pore seulement.*

» Pour confronter ce minimum avec ceux de la période undécennale précédente, je me suis servi des observations faites à Palerme, en comblant les vides avec les observations des autres observatoires, recueillies par M. Wolf. Et, puisque le coefficient (f) de réduction de nos observations à celles de M. Wolf a toujours de plus petites valeurs, ce qui indique qu'à Palerme ordinairement on peut voir le plus grand nombre des taches et pores, j'ai considéré comme des jours avec Soleil sans tache ceux où l'on n'en a pas vu à Palerme, ou lorsqu'on n'en a vu en *aucune* des autres stations.

» Ainsi, j'ai trouvé qu'il faut aller jusqu'à 1875, cinq ans après le maximum d'août 1870, pour avoir plusieurs groupes de jours sans tache ni pore, comme en 1886; et même qu'il faut arriver à 1876, six ans trois mois après le maximum, pour avoir deux périodes voisines de minimum absolu, l'une de douze, l'autre de neuf jours sans tache ni pore, séparés par un jour où l'on observa à Palerme quatre pores, à peu près comme il est arrivé récemment, mais *seulement deux ans dix mois après le maximum de janvier* 1884.

» Donc ce minimum a été très précoce si on le compare à l'époque du maximum undécennal précédent; mais, si on le confronte avec le minimum undécennal précédent, qui a eu lieu en décembre 1878, on trouve qu'il l'a suivi de huit ans; et le minimum de 1875 (d'intensité presque égale à celui-ci) a suivi le minimum undécennal de mars 1867 presque également de huit ans.

» Donc, par rapport à l'époque du minimum undécennal, le minimum actuel ne serait point précoce, et il pourrait, tout normalement, être un minimum préliminaire ou secondaire du grand minimum undécennal qu'on doit attendre au commencement de 1890.

» Pourtant il semble probable qu'en cette période les minima seront à leur place avec un intervalle de onze ans à peu près, et que ce minimum se trouve trop rapproché du maximum, parce que celui-ci a été déplacé; en effet, il est arrivé treize ans et huit mois après l'autre, savoir avec un retard de deux ans et sept mois.

» Cela ne doit pas surprendre, puisque M. Wolf a démontré qu'en moyenne, de 1850 à 1876, l'oscillation moyenne de l'intervalle des maxima est $\pm 28,4$ mois, tandis que celle de l'intervalle des minima est $\pm 19,0$ mois, c'est-à-dire de $\frac{1}{3}$ moindre; ce qui signifie que les minima sont plus stables à leurs époques que les maxima.

» Il est remarquable que, pendant ce minimum des taches, j'ai observé le

12 novembre 1886, de $10^h 50^m$ à $11^h 26^m$, l'inversion de la raie coronale 1474*k*, sur une étendue de 120° autour du point nord du disque solaire, ce que je n'avais plus vu depuis 1881. Je n'entends pas affirmer qu'il y ait une liaison entre ces deux phénomènes, parce que j'ai pu observer cette inversion seulement durant trente-six minutes, pendant qu'il soufflait un très fort vent du sud qui nettoyait parfaitement le ciel. Mais cette observation prouve que le défaut des taches n'implique pas un repos des autres phénomènes de l'activité solaire, comme d'ailleurs il est bien connu. Cette observation prouve aussi combien est grande l'influence des conditions atmosphériques en cette sorte de recherches.

» Je dois dire pourtant que plus tard, lorsque l'inversion n'était plus visible, je voyais la raie observée 1474*k* disparaître au bord très vivement, ce qui peut être considéré comme un principe d'inversion; mais ce dernier phénomène s'observe assez souvent à Palerme. »

GÉOLOGIE. — *Considérations sur la Carte géologique du lac Baïkal et de ses environs.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Fouqué.

« Cette Carte, dressée à l'échelle de $\frac{1}{420000}$, est le résultat de recherches de M. Tchersky, effectuées en 1878-1880, ainsi que des travaux antérieurs de MM. Géorgi, Ermann, Hofmann, Meglitzky, Kropotkine et Tchékanovsky. Un Mémoire explicatif détaillé a déjà été publié par la Société de Géographie de Russie.

» Le lac Baïkal a plus de 600^{km} de longueur et de 30^{km} à 90^{km} de largeur; sa profondeur est de 1000^m à 1400^m. Il est entouré de masses rocheuses appartenant, pour la plupart, aux systèmes laurentien, silurien et dévonien. Les granites et les granito-syénites y abondent également; au contraire, les laves et les basaltes sont rares. Cependant, tout ce pays souffre assez souvent de tremblements de terre. Parmi les formations plus récentes, on peut citer les dépôts jurassiques, miocènes et postpliocènes; les terrains carbonifère, permien et triasique n'y ont pas encore été trouvés.

» La conclusion générale de M. Tchersky est que le Baïkal n'est pas une crevasse dans les couches jurassiques, comme on l'avait pensé, ni un affaissement du sol produit par des causes plutoniques ou volcaniques, mais que sa formation date de l'époque antésilurienne et qu'elle continue encore de nos jours. »

M. P.-E. Dubalen adresse une Note « Sur la valeur agricole de l'azote fongique dans les fumiers blancs et chez les champignons ».

M. E. Gloriod adresse une Note relative à diverses questions de Physiologie végétale.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 janvier 1887.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, déclarée établissement d'utilité publique; vol. VII de la 6e série; br. in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue Suisse; t. XXXII, n° 96, décembre 1886; br. in-8°.

Reconstitution du vignoble français par la marcelline, système rationnel de défense contre le Phylloxera; par M. le Dr Ducassé, de Lectoure (Gers). Paris, Masson, 1887; br. in-8°.

Des constantes d'élasticité dans les milieux anisotropes; par M. M.-B. Élie. Bordeaux, 1886; br. in-8°.

Atti della reale Accademia dei Lincei, anno CCLXXXIII, 1885-86. Serie quarta. Rendiconti pubblicati per cura dei Segretari, vol. II, fascicolo II, 2° semestre, seduta del 5 dicembre 1886. Roma, 1886; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 janvier 1887.)

Page 15, ajouter aux Membres élus :

Section d'Anatomie et Zoologie : M. Sappey, le 13 décembre 1886, en remplacement de M. H. Milne-Edwards.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1887.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

DISCOURS PRONONCÉS A AUXERRE AUX OBSÈQUES DE M. PAUL BERT.

Discours de M. Janssen,

au nom de l'Académie des Sciences.

« Messieurs,

» J'ai peine à maîtriser mon émotion pour accomplir le mandat qui m'est confié. Ce cercueil nous montre donc la réalité de la nouvelle qui, il y a quelques semaines, frappait comme de stupeur la France entière : Paul Bert est mort ! Paul Bert est mort, c'est-à-dire la France perd en pleine force un de ses plus vaillants serviteurs, la Science un de ses plus éminents ouvriers. Paul Bert est mort, c'est-à-dire que cette mission dont nous devions tant attendre, et où, pour la première fois peut-être, la Science allait devenir la collaboratrice de la Politique dans l'œuvre civilisatrice, se trouve anéantie ! Anéantie, non, Messieurs ; espérons qu'elle sera reprise et que le beau programme tracé par Paul Bert sera suivi par ses successeurs. Quoi

qu'il en soit, notre perte n'en est pas moins grande, et c'est encore celle de l'homme qui est la plus cruelle!

» Bien que délégué de l'Académie des Sciences, je ne ferai pas ici l'analyse des travaux de notre Confrère. Notre émotion est encore trop vive, et d'ailleurs sa mémoire peut attendre sans danger un moment plus calme et une voix plus autorisée. Donnons seulement quelques traits de cette figure qui appartient désormais à l'Histoire.

» Paul Bert était remarquablement doué. Peu d'hommes ont réuni un pareil ensemble de qualités morales et intellectuelles. Son affection était vive, forte, constante; son intelligence, pénétrante et d'une singulière étendue. Il avait le don d'embrasser les sujets les plus divers et d'y porter la lumière et la chaleur. Toutes ces facultés étaient au service d'une volonté dont la force touchait presque à l'excès. De cet ensemble dérivant à la fois du cœur et de l'esprit résulte, chez lui, sa grande caractéristique : il était aussi propre à la méditation que disposé à l'action. L'action, il l'aimait surtout parce qu'il y dépensait son excès de force. C'est précisément cet excès qui a causé d'injustes préventions à son égard : on le trouvait souvent impérieux dans la discussion; mais cette attitude tenait chez lui à la force même avec laquelle il sentait la vérité et voulait la faire reconnaître. En maintes circonstances, ses adversaires ont dû reconnaître que Paul Bert avait l'âme grande et généreuse. On comprend qu'un homme réunissant un pareil ensemble de dons, de facultés, développés par une instruction aussi profonde qu'étendue, devait exceller dans la carrière qu'il embrasserait; aussi Paul Bert marqua-t-il partout où il porta son activité. Il avait fait son droit et pensé d'abord au Barreau, mais il le quitta bientôt pour faire sa Médecine, et par la Médecine il entra dans la Physiologie. Son premier maître fut Gratiolet, mais la grande fortune de sa carrière scientifique fut d'avoir rencontré le plus illustre physiologiste du siècle, le grand Claude Bernard. Celui-ci l'apprécia de suite à sa valeur et en fit son élève favori. Cette haute protection scientifique, pleinement méritée d'ailleurs, valut à Paul Bert un avancement singulièrement rapide dans la carrière. Il était déjà en possession d'une des premières chaires de Paris à un âge où on lutte encore péniblement pour se faire connaître.

» Placé ainsi au premier rang, il justifia la haute idée qu'il avait su donner de lui et le crédit qu'on lui avait fait, ainsi qu'il se plaisait à le dire lui-même. Il ajouta alors à ses études antérieures ce beau travail sur les effets physiologiques des variations de pression des gaz et, en particulier, de l'oxygène, qui lui valut le prix biennal et la célébrité.

» Paul Bert encore bien jeune était donc hors pair. Tout l'invitait à poursuivre cette carrière où il avait remporté de si beaux et si précoces succès. Bientôt, sans doute, il se serait élevé encore et aurait atteint enfin ces hautes régions où son maître, Claude Bernard, plane aujourd'hui. Mais la nature de Paul Bert, par la richesse même de ses aptitudes, le sollicitait vers des genres multiples d'activité. Aux dispositions qui avaient fait de lui un savant éminent il joignait encore le don naturel de la parole, le talent de la dialectique, la faculté d'une assimilation prompte et complète de tous les sujets; par-dessus tout, un tempérament qui, comme nous le disions tout à l'heure, le portait invinciblement vers l'action et lui faisait comme un besoin de la lutte. Armé ainsi et jeté bientôt au milieu de ces grands événements après lesquels le pays réclamait tant de concours pour son relèvement, comment s'étonner qu'il ait rêvé d'autres lauriers que les nôtres et voulu joindre la gloire du réformateur et du politique à celle du savant? Mandataire d'un corps scientifique, je n'ai pas à suivre Paul Bert sur ce nouveau théâtre; mais il faut le dire bien haut, comme une parole de justice qui résume sa carrière, et l'acte qui a couronné sa vie en serait, au besoin, une preuve éclatante : Paul Bert a toujours été mû par la passion de la France et de la vérité. Nous en fûmes toujours convaincus à l'Académie. Aussi, bien que regrettant dans l'intérêt, peut-être un peu égoïste, de la Science qu'elle ne le possédât pas tout entier, n'avons-nous jamais cessé de le regarder comme un des nôtres et lui ouvrîmes-nous nos portes dès qu'une occasion favorable se présenta.

» Il fut profondément touché de nos suffrages et bien fier de son titre d'Académicien. Bientôt il nous prouva combien l'amour de la Science était encore vivant dans son cœur. Je veux parler de cette mission en Orient dont il voulut se charger et pour laquelle il ne craignit pas de mettre au service de son pays sa science, son expérience, le prestige de sa haute situation et jusqu'à la santé et la vie de ce qui lui était le plus cher.

» Messieurs, j'ai encore toute présente à l'esprit cette séance où M. Bert prenait congé de nous. Les paroles qu'il prononça alors firent sur tous les membres de l'Académie une impression profonde. Il insista sur la partie de son programme qui, disait-il, lui était la plus chère : c'était la part qu'il voulait réserver à la Science dans l'œuvre qu'il allait entreprendre. Il voulait appeler à lui toute une pléiade de jeunes savants, fonder des académies, faire explorer scientifiquement le pays, montrer la supériorité de nos sciences à ces lettrés de l'Orient, qui tiennent en si haute estime la culture intellectuelle; en un mot, faire succéder à la conquête militaire

une seconde conquête toute pacifique et morale. Notre Confrère s'animait à ces projets ; on voyait briller ses yeux de cette ardeur et de cette confiance qui était la caractéristique de son énergique nature. Cependant, Messieurs, il m'est impossible de ne pas me rappeler ces paroles de la fin de son discours, paroles qui m'ont bien frappé depuis.

« La longueur du voyage, disait-il en terminant, sa durée, les périls de l'entreprise autorisent presque à prendre le langage des adieux. J'en profite pour exprimer à l'Académie, prise dans son ensemble, et à chacun de mes maîtres et amis, ma gratitude et mon respect. De tous mes titres d'Occident, je n'en garde là-bas qu'un seul : membre de l'Institut de France. »

» Oui, mon cher Confrère, c'étaient en effet des adieux que nous recevions de vous, et ce titre de membre de l'Institut dont vous aimiez à vous parer, vous aviez raison de vous en glorifier ; il sera sans doute celui qui entourera votre mémoire de sa meilleure auréole, car il rappellera vos beaux travaux scientifiques et la partie de votre tâche où vous n'avez eu que des admirateurs et des amis.

» Il est cependant un autre titre plus beau encore que vous avez conquis en donnant votre vie pour la patrie. Par là vous avez mis à votre œuvre le sceau suprême, celui qui a scellé ce qui a été fait de plus grand sur terre. Aussi votre mémoire mérite-t-elle de désarmer tous les cœurs français et de les unir dans un même sentiment d'admiration, de reconnaissance et de respect. »

Discours de M. A. Chauveau,

au nom de la Société de Biologie.

« Messieurs,

« La Société de Biologie, en me confiant la mission d'adresser le dernier adieu à son regretté Président perpétuel, m'a demandé l'accomplissement d'un bien lourd devoir. Peut-être un autre l'eût-il trouvé moins pénible. Voilà, en effet, plus de deux mois que notre deuil a commencé ; le temps qui émousse toutes les douleurs a pu ébaucher son œuvre amortissante : Paul Bert est maintenant entré dans l'histoire, et sa mémoire appelle déjà la glorification du panégyrique plutôt que les larmes des funérailles.

» Mais un enfant de l'Yonne, bien placé pour apprécier la grandeur de la perte qu'ont faite ses compatriotes, peut-il entrer facilement dans ces sentiments ? Le peut-il davantage, l'ami particulier, qui a éprouvé tant de

fois la sûreté du commerce de Paul Bert, la franchise de son caractère, la droiture de ses sentiments, le dévoûment de son affection ?

» Dans la Société de Biologie, tout le monde connaissait ces solides qualités du cœur de Paul Bert, aussi bien que la trempe vigoureuse de son esprit, son tempérament de chercheur, toutes ses brillantes aptitudes de savant de haut vol. C'est là, Paul Bert le savait bien, qu'il a été le plus apprécié et le plus aimé. Aussi resta-t-il toujours profondément attaché à notre Société. Il s'y plaisait plus qu'en aucun autre milieu. Quand l'Académie des Sciences lui eut ouvert ses portes, il en fut aussi heureux que fier, car nul n'eut plus que lui d'estime et de respect pour ce grand corps scientifique. Mais l'attachement de Paul Bert à la Société de Biologie n'en fut nullement amoindri.

» Claude Bernard, son maître, à qui il avait succédé sur le siège présidentiel, lui avait, du reste, donné l'exemple de cette fidélité à notre Société. Que ne leur devons-nous pas à tous les deux?

» Paul Bert, dès le début de sa carrière, produit ses travaux devant la Société de Biologie. Presque tous ont successivement fait leur apparition devant elle. Ainsi s'établirent les liens si étroits qui l'attachèrent à Paul Bert.

» Tous ces travaux portent la même empreinte. Ce sont de fortes œuvres de Physiologie générale, vigoureusement conçues et magistralement exécutées, d'après les principes les plus rigoureux de la méthode expérimentale.

» Les premières recherches de Paul Bert, sur la *greffe animale* et sur la *vitalité des tissus animaux*, sont déjà des travaux de premier ordre. Les conclusions que l'auteur en tire éclairent d'une vive lueur le problème obscur de la nutrition. Rien de plus net et de plus élégant que les démonstrations expérimentales sur lesquelles elles reposent.

» A l'autre extrémité de la carrière de Paul Bert, se place l'œuvre capitale de sa vie scientifique, ses études sur la *pression barométrique* et sur l'*action toxique de l'oxygène comprimé*. Quel étonnement dans le monde savant quand Paul Bert nous apprit que l'oxygène, ce principe de toute vie, devient si facilement un principe de destruction et de mort quand la tension du gaz n'est pas contenue dans de justes limites! Vous ne vous attendez pas à ce que je développe devant vous les faits nouveaux qui abondent dans ces magnifiques études; elles ont valu à leur auteur le grand prix biennal de l'Institut et sa place à l'Académie des Sciences. Cela suffit à en montrer la valeur.

» Et combien d'autres œuvres importantes aurais-je à signaler, tant sur la physiologie des animaux que sur celle des plantes! Comme Claude Bernard, en effet, Paul Bert ne reconnaissait qu'une seule physiologie : il aimait à réunir dans ses recherches les êtres animés des deux règnes, à étudier les phénomènes qu'ils présentent en commun.

» L'énumération de ces nombreux travaux ne serait pas ici à sa place. Ce qu'il faut dire, c'est qu'en les exposant à la Société de Biologie, devant ce jeune public avide de l'entendre, Paul Bert a exercé, chez nous, sur l'avenir de la culture des sciences physiologiques, la plus heureuse influence. Il familiarisait les débutants avec les bonnes méthodes, éveillait leurs idées et continuait ainsi fructueusement l'action commencée dans les leçons du cours et surtout dans celles du laboratoire.

» Non seulement Paul Bert intéressait par ses travaux, mais il possédait au plus haut degré l'aptitude à s'intéresser aux travaux d'autrui. C'était une grande et bonne nature : il savait admirer ce qui est beau. A la Société de Biologie, comme ailleurs, il mettait une généreuse ardeur à faire valoir les découvertes des autres, sans se préoccuper de leur opinion ou de leurs sentiments. Comme il était heureux ce grand savant, doublé d'un grand patriote, quand il pouvait constater que la France avait à son acquit une conquête scientifique nouvelle!

» La Science, dit-on, n'a pas de patrie; c'est vrai. Mais le savant en a une, qu'il décore du lustre de ses découvertes. Voilà pourquoi Paul Bert s'appliquait avec tant de passion à mettre en lumière et à grandir toutes les œuvres, de la plus grande à la plus petite, capables de faire honneur à la France.

» Qui de nous aurait pensé que Paul Bert ne reviendrait pas exercer de nouveau ce rôle bienfaisant au sein de notre Société? La dernière fois qu'il la représenta, ce fut à l'inauguration de la statue de Claude Bernard, devant le Collège de France. La Société de Biologie avait pris l'initiative de la souscription ouverte pour subvenir aux frais de l'érection de cette statue. Aussi Paul Bert fut-il appelé, à la mort de Dumas, à présider le Comité d'organisation. A ce titre, il dut prendre le premier la parole pour glorifier le grand homme dont il avait été l'élève. Rappelez-vous la péroraison si émouvante de cette allocution, le dernier acte public de la vie scientifique de Paul Bert.

» Je me sens, disait-il en terminant, par ces souvenirs, par la vue de cette statue vivante, profondément ému. Combien de fois, à cette place même, le maître m'a aidé

de ses encouragements, de ses conseils; plus heureux sans doute et peut-être plus utile à ma Patrie si je les avais toujours suivis !

» Mais je m'arrête et laisse à d'illustres Confrères le soin de parler dignement du grand mort. Et comme il y a huit ans, maître, je te salue et je te dis adieu; mais cette fois, ce n'est pas toi qui pars! Dans ces régions lointaines où le devoir me conduit, ton souvenir sera vivant pour moi, car là-bas comme ici je serai ton élève, m'inspirant de ta méthode précise, prudente, docile aux faits et aux conditions, la méthode scientifique, la méthode expérimentale. »

» Oui, c'était bien un adieu, un éternel adieu que Paul Bert adressait à l'image du maître auquel il faisait si pieusement honneur des qualités qu'il allait montrer dans l'accomplissement de l'œuvre patriotique si courageusement acceptée.

» Il ne l'a point revue cette glorieuse image, et il ne nous a point été donné de le revoir, lui! Quel rude choc pour tous ses amis, quand la fatale nouvelle est arrivée! Rude à nous surtout, à notre Société, qui s'était, pour ainsi dire, incarnée dans Paul Bert, tant elle était entrée profondément dans l'existence de son Président perpétuel. Aussi, les maîtres et les élèves, les vétérans arrivés aux plus hauts sommets de la considération scientifique et les débutants n'ayant qu'un pied à peine engagé dans la carrière, les intimes qui voyaient le savant de près et ceux qui devaient se contenter de l'admirer de loin, les vieux camarades qu'il coudoyait jadis chez Claude Bernard et les jeunes familiers de son laboratoire, nous tous enfin, membres de cette famille intimement unie, profondément vivante, formée par la Société de Biologie, nous nous sommes sentis douloureusement atteints. Cette famille scientifique de Paul Bert n'était-elle pas doublement frappée? Au deuil général de la France, qui perd un grand citoyen, s'ajoutait pour nous la douleur privée, la douleur intime qu'excite la perte d'un chef de famille respecté autant qu'aimé par tous les siens.

» Comme à sa vraie famille, ce nous est une consolation, amère, hélas! que notre chef soit mort au service de la patrie, glorieusement enseveli dans les plis du drapeau de la France. Ce souvenir se mêlera à celui de tout ce que Paul Bert a fait pour la Science. Il n'atténuera pas nos regrets; mais il fortifiera le sentiment des devoirs que nous avons à remplir envers cette grande mémoire. La Société de Biologie ne les oubliera jamais. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'observatoire de Paris pendant le troisième trimestre de l'année* 1886. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(130) Électre.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juill. 1......	10.13.51	16.53.20,93	»	83.31.56,1	»
2......	10. 9.17	16.52.43,24	»	83.36.56,0	»
3......	10. 4.44	16.52. 6,35	»	83.42. 7,9	»
5......	9.55.42	16.50.55,83	»	83.52.41,2	»
6......	9.51.12	16.50.21,67	»	83.58.23,6	»
		(259) Aletheia.			
Juill. 1......	10.47. 8	17.26.43,66	»	113.15.59,8 (1)	»
2......	10.42.26	17.25.57,67	»	113.19. 8,8	»
3......	10.37.45	17.25.12,73	»	113.22.16,5	»
5......	10.28.27	17.23.46,02	»	113.28.28,9	»
6......	10.23.49	17.23. 4,07	»	113.31.30,8	»
		(59) Olympia.			
			s		
Juill. 1......	10.55. 9	17.34.46,34	+ 0,03	100. 8.23,2	+ 0,7
2......	10.50.25	17.33.58,04	+ 0,22	100. 9.47,2	+ 0,9
3......	10.45.42	17.33.10,29	+ 0,25	100.11.15,8	— 0,7
5......	10.36.17	17.31.37,24	+ 0,34	»	»
6......	10.31.36	17.30.52,08	+ 0,46	100.16.21,2	— 3,9
		(3) Junon.			
Juill. 1......	11. 4.16	17.43.55,05	+ 3,93	94.45.23,1	+ 2,0
2......	10.59.31	17.43. 5,44	+ 4,09	94.47. 3,5	+ 1,9
3......	10.54.46	17.42.16,12	+ 4,01	94.48.51,7	+ 1,7

(1) Observations non corrigées de la parallaxe.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(3) Junon.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juill. 5......	10.45.17	17.40.39,15	+ 3,77	94.52.49,4	− 0,2
6......	10.40.34	17.39.51,99	+ 4,01	94.55. 0,8	0,0
16......	9.54. 7	17.32.41,99	+ 3,79	95.23.19,4	+ 1,8
22......	9.27. 0	17.29.10,81	+ 3,42	95.45.16,9	− 0,9
28......	9. 0.36	17.26.21,75	+ 3,31	96.10.32,3	+ 4,4
31......	8.47.42	17.25.14,81	+ 3,85	96.24. 6,1	+ 2,4
		(2) Pallas.			
Juill. 1......	11.33.28	18.13.11,53	− 0,61	66.31. 2,8	− 1,6
2......	11.28.43	18.12.22,32	− 0,48	66.34.44,6	− 1,2
5......	11.14.30	18. 9.56,58	− 0,52	66.47.28,7	− 1,8
6......	11. 9.46	18. 9. 8,77	− 0,68	66.52.16,1	− 2,1
22......	9.55.46	17.58. 1,15	− 0,63	68.42.23,0	− 0,5
28......	9.29. 1	17.54.51,15	− 0,70	69.37.23,5	+ 0,1
29......	9.24.38	17.54.23,49	− 0,53	69.47. 8,0	− 0,4
31......	9.15.54	17.53.31,19	− 0,62	70. 7. 5,6	+ 0,5
Août 7......	8.45.58	17.51. 6,01	− 0,56	71.20.54,0	− 0,6
11......	8.29.18	17.50.10,05	− 0,38	72. 5.18,0	− 1,6
12......	8.25.11	17.49.59,01	− 0,48	72.16.36,1	− 1,5
13......	8.21. 6	17.49.49,31	− 0,46	72.27.57,6	− 2,0
20......	7.53. 1	17.49.15,60	− 0,55	73.48.54,8	− 6,4
		(57) Mnémosyne.			
Juill. 5......	11.47.28	18.42.59,98	»	91.35.20,0	»
6......	11.42.47	18.42.14,72	»	91.36. 2,4	»
31......	9.48. 7	18.25.49,33	»	92.34.50,7	»
Août 4......	9.30.31	18.23.56,74	»	92.50.23,1	»
5......	9.26. 9	18.23.31,35	»	92.54.33,9	»
7......	9.17.30	18.22.43,58	»	93. 2.50,9	»
		(56) Mélété.			
Juill. 5......	11.51.40	18.47.12,40	+ 1,70	96.45.30,0	− 8,9
6......	11.46.57	18.46.25,45	+ 1,85	96.46.28,9	− 11,5
		(19) Fortuna.			
Juill. 22......	10.43.16	18.45.39,24	»	110.31.40,6	»
28......	10.14.37	18.40.34,27	»	110.37.52,4	»
29......	10. 9.55	18.39.47,94	»	110.38.59,4	»

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			① Cérès.		
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juill. 22......	11.31.26	19.33.56,94	+ 1,03	120.36.39,0	+ 1,8
28......	11. 2.25	19.28.30,71	+ 0,98	120.58. 3,4	+ 2,0
31......	10.48. 5	19.25.57,24	+ 1,21	121. 7. 0,8	+ 0,3
Août 6......	10.19.49	19.21.15,98	+ 1,00	121.21.34,3	+ 3,3
7......	10.15.10	19.20.33,10	+ 1,00	121.23.32,2	+ 2,6
10......	10. 1.21	19.18.31,96	+ 0,90	121.28.43,3	+ 1,5
11......	9.56.48	19.17.54,24	+ 0,90	121.30.10,0	— 1,5
20......	9.16.50	19.13.19,18	+ 0,76	»	»
25......	8.55.32	19.11.39,93	+ 0,72	121.39.47,8	— 0,5
			(216) Cléopatre.		
Juill. 28......	9.57.33	18.23.28,17	»	94.58.44,6	»
29......	9.53. 0	18.22.50,09	»	95. 1.13,5	»
31......	9.43.55	18.21.37,34	»	95. 6.19,4	»
Août 4......	9.26. 1	18.19.26,65	»	95.18. 7,3	»
5......	9.21.36	18.18.57,11	»	95.21.11,8	»
6......	9.17.12	18.18.29,22	»	95.24.26,1	»
			(246) Asporine.		
Juill. 31......	10.57. 9	19.35. 2,71	»	93.48.32,9	»
Août 5......	10.34. 9	19.31.42,26	»	94.36.23,1	»
7......	10.25. 5	19.30.29,82	»	94.56. 6,0	»
			(137) Meliboea.		
Août 20......	9.58.25	19.55. 0,47	»	89.58.50,4	»
25......	9.37.10	19.53.24,98	»	90.37.31,0	»
			(47) Aglaé.		
Août 25......	10.52. 9	21. 8.36,62	»	112.18.31,5	»
			(172) Ino.		
Sept. 16......	9.21.59	21. 4.55,15	»	107.21.11,4	»
17......	9.17.53	21. 4.45,62	»	107.29.10,7	»
18......	9.13.49	21. 4.37,46	»	107.36.56,9	»
20......	9. 5.47	21. 4.27,26	»	107.52. 0,8	»
27......	8.38.36	21. 4.47,87	»	»	»
29......	8.31. 7	21. 5.10,39	»	108.49.18,5	»
30......	8.27.25	21. 5.24,32	»	108.54.38,1	»

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction. de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(9) Métis.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Sept. 17......	11.37.25	23.24.40,78	— 8,15	104.17.37,2	+48,3
18......	11.32.33	23.23.44,01	— 8,21	104.22. 9,1	+46,8
23......	11. 8.17	23.19. 6,43	— 8,24	104.42.14,4	+46,5
29......	10.39.32	23.13.56,73	— 8,08	104.59.40,5	+44,7
30......	10.34.48	23.13. 8,64	— 8,02	105. 1.49,7	+45,3
		(138) Tolosa.			
Sept. 29......	10.29.51	23. 4.14,17	»	101.30.43,3	»
30......	10.25.18	23. 3.37,04	»	101.31.57,4	»
		(15) Eunomia.			
Sept. 23......	11.30.26	23.41.19,01	+19,51	70. 7.23,3	—153,6
29......	11. 1.24	23.35.52,02	+19,14	70.26.42,7	—157,2
30......	10.56.36	23.34.59,75	+19,15	70.30.46,4	—157,9
		(61) Danaé.			
Sept. 23......	11.47.44	23.58.40,15	— 4,08	73.11.57,3	+ 15,3
29......	11.17.55	23.52.26,20	— 3,89	73. 7.11,0	+ 17,1
30......	11.12.58	23.51.24,89	— 4,11	73. 7. 2,1	+ 18,9
		(141) Lumen.			
Sept. 29......	11.43.51	0.18.25,61	»	68.46.27,2	»
30......	11.38.55	0.17.25,45	»	68.46.17,5	»

» Les comparaisons de Cérès, Pallas et Junon se rapportent aux éphémérides du *Nautical Almanac*, toutes les autres aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations du 16 au 30 juillet ont été faites par M. *F. Boquet*; celles du 10 au 26 août, par M. *O. Callandreau*, et toutes les autres par M. *P. Puiseux*. »

ASTRONOMIE. — *Étude de la flexion horizontale de la lunette du Cercle méridien Bischoffsheim de l'observatoire de Paris;* par MM. **Lœwy**, **Leveau** et **Henri Renan**. (Note lue par M. Renan.)

« En 1881, peu de temps après l'invention par M. Lœwy d'un nouvel appareil destiné à l'étude des flexions des lunettes astronomiques, il fut entrepris à l'Observatoire un certain nombre de recherches relatives à cet objet, et les résultats en ont été publiés par MM. Lœwy et Périgaud dans le XVIe Volume des Mémoires de nos *Annales*. Depuis cette époque, voulant appliquer les nouveaux procédés d'observations méridiennes dus à M. Lœwy et fondés sur des observations conjuguées d'étoiles circompolaires effectuées à quatre heures d'intervalle (¹), nous avons dû modifier complètement le système oculaire de la lunette Bischoffsheim. A cet effet, un réticule d'un champ considérable (environ 2°) a été installé en août 1884, et le poids du nouveau micromètre étant plus grand que celui de l'ancien, il en est résulté une augmentation d'environ 9^{kg} pour chacune des deux extrémités de l'instrument. La flexion horizontale a donc dû se trouver notablement changée par ce fait, et il nous a été nécessaire de reprendre les études antérieures. D'un autre côté, grâce aux soins de notre habile constructeur M. Gautier, l'appareil primitif de flexion avait été fort perfectionné. Ne pouvant entrer ici dans les détails de la construction, il nous suffira de dire que, dans sa nouvelle forme et sans rien changer aux conditions indiquées dans le Mémoire précité, le système actuel réalise de la manière la plus complète une rigidité et une stabilité presque absolues. Au mois de mars 1886, nous avons donc entrepris de nouvelles mesures de la flexion horizontale de la lunette Bischoffsheim; et ce sont ces résultats que nous venons soumettre à l'Académie.

» Dans chaque série d'observations, nous avons effectué dix pointés des fils réfléchis et dix pointés d'un trait marqué sur l'objectif, la lunette visant le zénith, et vingt pointés de l'un et de l'autre dans des positions de la lunette variant de 30° en 30° de hauteur dans l'ordre suivant : zénith, 60° de hauteur; zénith, 30° de hauteur; zénith, position horizontale et

(¹) Voir *Comptes rendus* des 16 et 23 avril, 7 mai, 18 et 25 juin 1883; des 6 et 13 juillet 1885.

zénith, l'objectif variant d'abord du zénith à l'horizon sud, puis ensuite du zénith à l'horizon nord. Vingt-sept mesures de ce genre ont été effectuées : huit par M. Lœwy, neuf par M. Leveau et dix par M. Renan.

» Si nous désignons par f_r la flexion absolue du réticule, par f_0 celle de l'objectif et par a le mouvement de translation de l'appareil dû à sa pesanteur (quantité certainement très petite dans les nouvelles conditions de l'appareil), la différence entre la lecture au zénith et celle à une hauteur quelconque donne, pour les fils réfléchis, la valeur de $f_r - a$ et, pour le trait de l'objectif, celle de $f_r - a + 1,07(f_0 - a)$ à la hauteur considérée. (*Voir* le Mémoire du Tome XVI des *Annales de l'Observatoire*.)

» Voici ces résultats, les hauteurs étant comptées à partir de l'horizon sud :

Valeurs de $f_r - a$.

1886.	0°.	30°.	60°.	120°.	150°.	180°.	Observat.
Mars 2.....	+3,93	+3,66	+2,18	−1,72	−3,20	−3,52	Leveau.
2.....	+3,77	+3,14	+1,69	−1,40	−2,85	−3,29	Lœwy.
3.....	+3,79	+3,26	+1,77	−1,29	−2,74	−3,46	Leveau.
3.....	+3,39	+3,11	+1,92	−2,06	−3,67	−4,30	Renan.
3.....	+3,81	+3,31	+2,13	−2,06	−3,43	−4,15	Renan.
4.....	+3,62	+3,05	+1,95	−1,61	−3,17	−3,69	Leveau.
4.....	+3,15	+2,55	+1,43	−1,79	−3,68	−4,34	Renan.
4.....	+3,43	+2,95	+1,49	−1,83	−3,50	−4,05	Lœwy.
4.....	+3,30	+2,89	+1,87	−1,70	−3,37	−3,75	Renan.
5.....	+3,47	+2,98	+1,55	−1,62	−3,08	−3,76	Lœwy.
5.....	+3,71	+2,91	+1,70	−1,84	−3,20	−4,02	Renan.
6.....	+3,57	+3,05	+1,77	−1,84	−3,28	−3,98	Leveau.
6.....	+3,39	+2,64	+1,34	−1,49	−3,09	−3,80	Lœwy.
6.....	+3,68	+3,08	+2,12	−1,83	−3,36	−4,10	Renan.
6.....	+3,57	+3,08	+1,99	−1,77	−3,46	−3,90	Renan.
8.....	+3,71	+3,28	+1,80	−2,05	−3,45	−4,04	Leveau.
10.....	+3,65	+3,27	+1,97	−1,64	−3,13	−3,65	Leveau.
10.....	+3,42	+2,55	+1,03	−1,80	−3,44	−3,62	Renan.
10.....	+3,50	+3,14	+1,89	−1,88	−3,29	−3,99	Leveau.
10.....	+3,45	+2,82	+1,43	−1,55	−3,01	−3,41	Lœwy.
11.....	+3,47	+3,09	+1,79	−1,59	−3,23	−3,51	Leveau.
11.....	+3,83	+3,10	+1,68	−1,84	−3,48	−3,86	Renan.
11.....	+3,49	+2,91	+1,38	−1,69	−3,18	−3,49	Lœwy.
11.....	+3,52	+3,04	+1,83	−1,87	−3,32	−3,68	Lœwy.
12.....	+3,50	+3,00	+1,71	−1,63	−2,83	−3,44	Leveau.
12.....	+3,63	+2,78	+1,39	−1,45	−2,90	−3,54	Lœwy.
12.....	+3,69	+3,23	+1,92	−1,95	−3,53	−3,87	Renan.

Valeurs de $f_r - a + 1,07(f_0 - a)$.

1886.		0°.	30°.	60°.	120°.	150°.	180°.	Observat.
Mars	2.....	+7,75	+6,50	+3,74	−3,54	−6,70	−7,38	Leveau.
	2.....	+7,71	+6,53	+3,73	−3,32	−6,21	−7,47	Lœwy.
	3.....	+7,89	+6,48	+3,47	−3,45	−6,29	−7,36	Leveau.
	3.....	+8,00	+6,87	+3,76	−3,95	−6,49	−7,65	Renan.
	3.....	+7,71	+6,51	+3,59	−3,59	−6,41	−7,38	Renan.
	4.....	+7,51	+6,57	+3,46	−3,41	−6,16	−7,03	Leveau.
	4.....	+7,88	+6,39	+3,36	−3,61	−6,51	−7,63	Renan.
	4.....	+7,81	+6,67	+3,75	−3,76	−6,90	−7,62	Lœwy.
	4.....	+7,67	+6,46	+3,72	−3,58	−6,23	−7,35	Renan.
	5.....	+7,73	+6,51	+3,65	−3,58	−6,44	−7,23	Lœwy.
	5.....	+7,65	+6,52	+3,47	−3,41	−6,25	−7,11	Renan.
	6.....	+7,77	+6,55	+3,79	−3,72	−6,42	−7,23	Leveau.
	6.....	+7,48	+6,28	+3,17	−3,42	−6,44	−7,26	Lœwy.
	6.....	+7,57	+6,63	+3,80	−4,25	−6,99	−7,72	Renan.
	6.....	+7,61	+6,57	+3,30	−4,08	−6,89	−7,76	Renan.
	8.....	+7,35	+6,19	+3,69	−3,76	−6,50	−7,12	Leveau.
	10.....	+7,38	+6,21	+3,67	−3,49	−6,27	−6,81	Leveau.
	10.....	+7,53	+6,20	+3,18	−3,47	−6,58	−6,77	Renan.
	10.....	+7,35	+6,31	+3,72	−3,39	−6,19	−7,14	Leveau.
	10.....	+7,07	+5,87	+3,32	−3,59	−6,23	−7,16	Lœwy.
	10.....	+7,58	+6,56	+3,74	−3,49	−6,23	−6,80	Leveau.
	11.....	+8,33	+6,89	+3,82	−3,83	−6,91	−7,46	Renan.
	11.....	+7,50	+6,27	+3,34	−3,82	−6,65	−7,38	Lœwy.
	11.....	+7,33	+6,06	+3,29	−4,21	−6,87	−7,44	Lœwy.
	11.....	+7,44	+6,54	+3,29	−3,37	−6,14	−6,85	Leveau.
	12.....	+7,74	+6,44	+3,38	−3,49	−6,35	−7,10	Lœwy.
	12.....	+7,42	+6,34	+3,52	−3,58	−6,69	−7,52	Renan.
	12.....							

Moyennes générales des valeurs précédentes.

Hauteurs.	0°.	30°.	60°.	120°.	150°.	180°.
$f_r - a$................	+3,57	+3,03	+1,73	−1,73	−3,25	−3,79
$f_r - a + 1,07(f_0 - a)$...	+7,62	+6,44	+3,55	−3,64	−6,48	−7,29

» En calculant les différences entre chaque valeur observée et la moyenne correspondante, nous avons trouvé, pour erreur moyenne d'une observation isolée :

Hauteurs.	0°.	30°.	60°.	120°.	150°.	180°.
$f_r - a$................	0″,15	0″,19	0″,22	0″,16	0″,23	0″,26
$f_r - a + 1,07(f_0 - a)$....	0″,26	0″,18	0″,20	0″,22	0″,21	0″,24

» L'erreur moyenne d'une observation isolée des fils réfléchis est donc $0'',20$, et celle d'une observation du trait de l'objectif est $0'',22$. En divisant par la racine carrée du nombre des observations, nous obtenons donc comme erreur des résultats définitifs $\pm 0'',039$ pour les fils réfléchis, $\pm 0'',043$ pour le trait de l'objectif.

» Cet accord remarquable nous prouve l'exactitude presque absolue des résultats trouvés; il montre aussi que la flexion absolue de l'objectif et celle du réticule sont presque proportionnelles au cosinus de la hauteur. Les anomalies présentées par les Tableaux précédents se manifestent surtout à l'horizon nord; ce fait s'explique assez facilement par la difficulté éprouvée par l'observateur pour effectuer les pointés dans cette position. Nous avons donc cherché, en donnant un poids moindre aux équations provenant de l'horizon nord, à représenter nos observations par une fonction de la hauteur aussi simple que possible.

» Pour le réticule, nous avons trouvé que, en donnant un poids $\frac{1}{2}$ aux observations nord, les nombres étaient suffisamment représentés par une formule à deux termes : $m \cos h + n \cos 2h$. Nous avions donc à résoudre sept équations de la forme suivante

$$m \cos h + n \cos 2h = \mathrm{A}$$

avec les valeurs de h et de A correspondantes, ainsi qu'il suit :

h.	0°.	30°.	60°.	90°.	120°.	150°.	180°.
A…………	$3'',57$	$3'',03$	$1'',73$	0	$-1'',73$	$-3'',25$	$-3'',79$

En appliquant à ces sept équations la méthode des moindres carrés, nous les avons réduites à deux :

$$3,25m + 0,75n = 11'',686,$$
$$0,75m + 3,25n = 2'',512;$$

d'où

$$m = 3'',61, \qquad n = -0'',06.$$

Ajoutant une constante pour ramener l'expression à être nulle au zénith, nous avons donc employé

$$f_r - a = -0'',06 + 3'',61 \cos h - 0,06 \cos 2h,$$

la moyenne des différences entre l'observation et le calcul étant alors devenue moindre que $0'',046$, c'est-à-dire restant dans les limites de l'erreur même des observations.

» Des considérations analogues nous ont conduits à prendre

$$f_r - a + 1,07(f_0 - a) = 7'',48 \cos h - 0'',09 \sin 2h,$$

la moyenne des différences entre le calcul et l'observation étant alors environ $0'',07$.

» De là on tire

$$f_0 - f_r = 0'',12 + 0'',01 \cos h + 0'',12 \cos 2h - 0'',08 \sin 2h.$$

» Cette valeur de $f_0 - f_r$ étant la flexion astronomique, c'est-à-dire la correction à apporter aux lectures du cercle pour les ramener à ce qu'elles seraient si la lunette n'avait pas de flexion horizontale, nous avons voulu comparer les valeurs trouvées directement par nos déterminations à celles trouvées par la formule. En remarquant que pour chaque hauteur nous connaissons $f_r - a$ et $f_r - a + 1,07(f_0 - a)$, nous pouvons calculer chaque fois $f_0 - f_r$. On obtient ainsi

$+0'',21$, $+0'',16$, $-0'',03$, $0'',00$, $-0'',06$, $+0'',23$, $+0'',52$;

notre formule donne

$+0,21$, $+0,12$, $0,00$, $0,00$ $+0,12$ $+0,24$ $+0,23$

» La moyenne des différences entre le calcul et l'observation étant moindre que $0'',085$, nous nous sommes contentés de cette approximation, car il est difficile de répondre d'une manière absolue d'une quantité moindre que $0'',1$, et en tous les cas, pour le faire, il faudrait un nombre beaucoup plus considérable de déterminations.

» Pour contrôler ces calculs, nous avons effectué quelques déterminations de la flexion horizontale au moyen de deux collimateurs placés l'un à l'horizon nord et l'autre à l'horizon sud. Si nous désignons par a la correction de flexion à l'horizon sud, par b celle à l'horizon nord, la demi-différence des lectures nord moins sud diminuée de $180°$ donne $\frac{a-b}{2}$. Nous avons trouvé par ce procédé $\frac{a-b}{2} = -0'',12$. Or nos mesures nous donnent $a = +0'',25$, $b = +0'',23$; d'où $\frac{a-b}{2} = +0'',01$. L'accord est satisfaisant, surtout si l'on considère que nous n'avons effectué qu'un petit nombre (une douzaine environ) de mesures sur les collimateurs; et il prouve que le cercle divisé n'a pas de flexion.

» Enfin, avant de terminer ces recherches, nous avons voulu nous rendre compte de la quantité dont la flexion de l'oculaire et celle de l'objectif augmentaient lorsque l'on surchargeait soit l'une, soit l'autre des deux extrémités de la lunette d'un poids donné. Nous avons procédé par poids de 10^{kg} et 20^{kg} suspendus tantôt à un bout de la lunette, tantôt à l'autre, puis enfin aux deux bouts; et nous avons effectué quelques séries de pointés avec ou sans ces poids, la lunette visant toujours l'horizon sud.

» D'après les conditions théoriques de l'appareil, si l'on suspend un poids P à l'objectif, les fils réfléchis ne changent pas; et, pour le trait de l'objectif, la différence entre la lecture sans poids et la lecture avec poids donne l'augmentation de $1,07 f_0$. De même, si l'on suspend un poids P à l'oculaire, la différence entre la lecture des fils réfléchis sans poids et leur lecture avec poids donne l'augmentation de f_r, et pour le trait de l'objectif la même différence doit donner la même quantité. Si enfin l'on suspend un poids P à l'objectif, et un poids égal à l'oculaire, la différence entre la lecture sans poids et la lecture avec poids donnera l'augmentation de f_r pour les fils réfléchis, et l'augmentation de $f_r + 1,07 f_0$ pour le trait de l'objectif.

» En opérant ainsi, nous avons trouvé que f_r et f_0 augmentaient de quantités sensiblement égales pour des poids égaux, que cette variation était proportionnelle à l'augmentation de poids, dans les limites de l'expérience, et que pour 10^{kg} elle était égale à $0'',50$.

» Depuis les mesures de 1881, notre lunette ayant été surchargée d'environ 9^{kg} à ses deux extrémités, la flexion de l'oculaire et celle de l'objectif auraient dû croître de $0'',45$. Or, dans l'ancienne lunette, on trouvait à l'horizon sud $f_r = 3'',41$, $f_0 = 3'',33$.

» Maintenant nous trouvons $f_r = 3'',57$, $f_0 = 3'',74$; l'augmentation est donc bien sensiblement égale à celle que nous calculons *a priori* par ce procédé.

» En résumé, notre lunette Bischoffsheim est donc construite dans des conditions absolument bonnes, puisque les flexions des deux extrémités, tout en étant considérables, suivent une loi de symétrie presque absolue de part et d'autre du zénith; et que leur différence, c'est-à-dire la flexion astronomique, reste toujours presque négligeable. Notre appareil nous permettant de mesurer cette flexion pour toutes les positions de la lunette, ce qui n'avait jamais été possible avant lui, nous pourrons donc sous ce rapport donner désormais à nos études une précision que l'on n'avait pu réaliser auparavant. C'est dans ces conditions que nous avons résolu de

nous livrer à des recherches relatives à la latitude de Paris et à la détermination des positions absolues des étoiles par les méthodes nouvelles de M. Lœwy. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la statistique solaire de l'année* 1886. Note de M. R. **Wolf**.

« Des observations solaires faites à l'observatoire fédéral de Zurich et des observations magnétiques faites à l'observatoire de Milan, je viens de déduire, pour l'année dernière, en employant la méthode établie par moi il y a une vingtaine d'années, les valeurs suivantes pour les moyennes mensuelles des nombres relatifs r, pour les variations en déclinaison v, et pour les accroissements Δr et Δv que ces quantités ont reçus depuis les époques correspondantes de l'année 1885 :

	Zurich.		Milan.	
1886.	r.	Δr.	v.	Δv.
			′	′
Janvier.......	28,4	— 3,0	4,07	0,18
Février.......	23,6	— 43,6	4,91	0,16
Mars.........	61,8	15,2	8,61	— 0,22
Avril.........	45,9	— 8,7	9,89	— 0,75
Mai..........	29,0	— 51,5	9,06	— 1,40
Juin..........	25,7	— 56,4	8,37	— 3,67
Juillet........	32,9	— 28,5	9,58	— 1,20
Août.........	19,0	— 28,7	8,17	— 1,96
Septembre....	17,1	— 26,3	7,61	— 1,71
Octobre......	9,5	— 33,1	6,33	— 0,91
Novembre.....	0,0	— 26,8	2,48	— 1,92
Décembre.....	15,1	— 3,8	1,61	— 1,26
Moyenne....	25,7	— 24,6	6,72	— 1,23

» Il résulte de ce Tableau, non seulement que le nombre relatif et la variation magnétique ont tous les deux encore diminué considérablement depuis l'année 1885, mais encore que la marche de ces diminutions a continué à être à peu près la même. En introduisant dans la formule

$$v = 5',62 + 0,045.r,$$

que j'ai établie autrefois pour Milan, la moyenne annuelle $r = 25,7$, on obtient $v = 6',79$, c'est-à-dire, à $\frac{7}{100}$ près, la même valeur que l'on a conclue

des observations magnétiques elles-mêmes. Cet accord remarquable, sur lequel j'ai déjà dirigé l'attention de l'Académie en 1852, s'est donc encore confirmé l'année passée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Maumené** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats aux prix de Chimie qu'elle décerne et transmet une analyse manuscrite de ses travaux.

(Renvoi au concours Lacaze.)

L'auteur du Mémoire inscrit sous le n° 1, dans le concours pour le grand prix des Sciences mathématiques de 1886, et qui n'a obtenu aucune mention dans le concours, demande l'ouverture du pli cacheté qui contient son nom.

Le pli est ouvert en séance publique. Le Mémoire inscrit sous le n° 1 est de M. **Lebon**, professeur au lycée Charlemagne.

CORRESPONDANCE.

M. **Mannheim** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de M. *Laguerre*.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Germain Sée*, portant pour titre : « Du régime alimentaire. Traitement hygiénique des malades ».

MM. **A. Colson**, **L. Quélet** adressent des remercîments à l'Académie pour les récompenses dont leurs travaux ont été l'objet.

M. **Ém. Barbier** remercie l'Académie, qui lui a décerné le prix Fran-

cœur dans sa dernière séance publique. La Lettre qu'il adresse renferme de minutieuses observations sur la marche d'une montre commune et fait connaître un moyen qu'il a employé « pour la convertir en montre à répétition. »

« ..... Le 24 décembre, à 8^h du matin, j'ai remonté ma montre à fond; la nuit suivante, je veux savoir l'heure de mon réveil; cette fois, le remontage à fond produit 90 bruits de cliquet; à raison de 9 pour 100 minutes environ, je conclus 1000 minutes de marche et par conséquent minuit 40. Plus tard, la même nuit, un second remontage donne 18 bruits, j'en déduis qu'il est 4^h du matin. J'avais trouvé que pour $5^m,3 + (n-1)[11^m,19023 - (n-1) \times 0^m,00012]$ de marche le remontoir fait entendre n bruits de cliquet. Cette formule se vérifie à $\pm 10^s$ près.

» Une montre à répétition ne pourrait servir à un sourd, je me suppose aveugle et sourd et je remarque qu'un des 24 crans de la molette du remontoir se distingue de tous les autres au toucher. Comme 40 crans de la molette passent en 100 minutes, j'ai là un autre moyen de savoir l'heure. »

CINÉMATIQUE. — *Sur les accélérations des points d'un système invariable en mouvement;* par M. **Ph. Gilbert.**

« L'Analyse conduit rapidement aux expressions des accélérations du premier ordre, pour les points d'un système invariable, et permet d'en déduire quelques propositions générales qui ne sont pas sans intérêt.

1. Cas ou le solide tourne autour d'un point fixe O.

» I. Conservant les notations du précédent article (¹), désignons en outre par v la vitesse, par j l'accélération d'un point M du solide, de coordonnées rectangulaires x, y, z. On a, par de simples différentiations sur les expressions des composantes de la vitesse, les équations

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} j_x &= \lambda_y z - \lambda_z y + q v_z - r v_y,\\ j_y &= \lambda_z x - \lambda_x z + r v_x - p v_z,\\ j_z &= \lambda_x y - \lambda_y x + p v_y - q v_x,\end{aligned}\right.$$

qui renferment ce théorème connu : *L'accélération d'un point quelconque du corps se compose de l'accélération centripète due à la rotation autour de l'axe instantané* OI, *supposé invariable, et la vitesse qui serait due à une rotation dont l'accélération angulaire* OL $= \lambda$ *serait l'axe représentatif* (²).

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1248; 20 décembre 1886.
(²) Resal, *Cinématique pure*, p. 192.

» II. On tire de ces équations

$$\omega \star j + \lambda \star v = 0, \tag{2}$$

en sorte que, *à chaque instant, la somme des produits géométriques de l'accélération d'un point du corps par l'axe instantané de rotation et de sa vitesse par l'accélération angulaire est nulle, quel que soit ce point;* ou encore :

» *A chaque instant les projections de l'accélération d'un point quelconque du corps sur l'axe instantané et de sa vitesse sur l'accélération angulaire sont dans un rapport constant quel que soit ce point, et égal au rapport, changé de signe, de l'accélération angulaire du solide à sa vitesse de rotation.* Ce théorème a été donné sous une autre forme par M. Resal [1].

» III. On en déduit ce théorème de Dynamique : Soit R la résultante des forces extérieures qui sollicitent le solide, y compris la réaction du point fixe O; S la résultante des quantités de mouvement de tous ses points transportées au point O. On a

$$\omega \star R + \lambda \star S = 0. \tag{3}$$

» *A chaque instant, le produit géométrique de l'axe instantané de rotation par la résultante des forces motrices et le produit de l'accélération angulaire par la résultante des quantités de mouvement donnent une somme nulle.*

» Désignons encore par G l'axe du couple résultant des forces extérieures et par K l'axe d'*impulsion* (axe du couple résultant des quantités de mouvement) relatifs au point fixe O. On a les égalités

$$\Sigma m v \star j = \omega \star G, \tag{4}$$

$$\omega \star G = \lambda \star K, \tag{5}$$

$$\Sigma m v^2 = \omega \star K; \tag{6}$$

donc :

» IV. *La somme des produits géométriques des quantités de mouvement de tous les points par leurs accélérations est égale au produit géométrique de l'axe instantané par l'axe du couple moteur.*

» V. *Le produit géométrique de l'axe instantané de rotation par l'axe du couple moteur est égal au produit géométrique de l'accélération angulaire par l'axe d'impulsion.*

---

[1] *Cinématique pure*, p. 220.

» VI. *La force vive totale du corps est égale au produit géométrique de l'axe instantané par l'axe d'impulsion* (revient à un théorème connu).

» VII. On peut encore signaler l'égalité

$$\frac{1}{2}\frac{d\,\Sigma mv^2}{dt} = \lambda \star \mathrm{K}, \tag{7}$$

et ce théorème : *Le produit géométrique* $\omega \star \mathrm{R}$ *de l'axe instantané par la résultante des forces extérieures est égal à la masse* M *du corps, multipliée par le volume du parallélépipède construit sur l'axe instantané* OI, *sur l'accélération angulaire* OL *et sur le rayon* OP *mené du point fixe au centre de gravité, pris comme arêtes contiguës.*

2. Cas d'un corps solide libre.

» Pour abréger, j'appelle *axe de Mozzi* l'axe instantané de rotation et de glissement OI, et *surface de Mozzi* le lieu de cet axe dans l'espace, lieu qui est, dans le cas général que nous considérons seul ici, une *surface gauche.* Appelons Q la vitesse de glissement le long de l'axe OI; ϖ la vitesse d'un point mobile qui coïnciderait, à chaque instant, avec le *point central* O de l'axe de Mozzi; λ_ω et λ_N les composantes de l'accélération angulaire OL suivant l'axe de Mozzi et normalement à cet axe.

» VIII. *L'accélération* J *du point du corps qui coïncide avec le point central* O *est dans le plan passant par* OI, OL, *et se compose :* 1° *d'une accélération* J_ω *dirigée suivant l'axe de Mozzi et égale à la dérivée de la vitesse de glissement par rapport au temps;* 2° *d'une accélération* J_N *normale à la surface de Mozzi, et qui a pour expression*

$$\mathrm{J}_N = \omega\varpi \sin \overline{\omega\varpi} + \frac{\mathrm{Q}\lambda_N}{\omega}. \tag{8}$$

» IX. *L'accélération d'un point quelconque du corps est la résultante :* 1° *des accélérations* J_ω *et* J_N; 2° *de l'accélération centripète due à la rotation autour de l'axe de Mozzi;* 3° *de la vitesse due à une rotation dont l'accélération angulaire* OL *serait l'axe représentatif.*

» X. *A chaque instant, la somme des produits géométriques de l'accélération d'un point du solide par l'axe instantané* OI *et de sa vitesse par l'accélération angulaire* OL *est constante, quel que soit ce point, et égale à la dérivée, par rapport au temps, du produit des vitesses de rotation et de glissement du corps;* c'est-à-dire que l'on a l'équation

$$\omega \star j + \lambda \star v = \frac{d\omega \mathrm{Q}}{dt}, \tag{9}$$

d'où l'on tire ce théorème de Dynamique

$$\omega\star R + \lambda\star S = M\frac{d\omega Q}{dt}. \qquad (10)$$

» XI. *A chaque instant, la somme des produits géométriques de l'axe instantané par la résultante des forces extérieures, et de l'accélération angulaire par la résultante des quantités de mouvement, est égale à la masse du corps multipliée par la dérivée, par rapport au temps, du produit des vitesses de rotation et de glissement.*

» XII. La propriété (V) se généralise. Si l'on prend pour *centre de réduction* des forces et des quantités de mouvement le centre de gravité du corps, l'équation (5) subsiste; donc, *dans un solide libre en mouvement, à chaque instant, le produit géométrique de l'axe instantané par l'axe du couple moteur relatif au centre de gravité du corps est égal au produit géométrique de l'accélération angulaire par l'axe d'impulsion relatif au même point.*

» XIII. *La relation*

$$\omega\star G = \lambda\star K$$

subsiste aussi si l'on prend pour centre de réduction le point central de l'axe de Mozzi, pourvu que le centre de gravité du corps soit dans le plan passant par cet axe et par l'accélération angulaire. »

PHYSIQUE. — *Sur les lois de l'absorption de la lumière dans les cristaux et sur une méthode nouvelle permettant de distinguer dans un cristal certaines bandes d'absorption appartenant à des corps différents.* Note de M. **Henri Becquerel**, présentée par M. Friedel.

« Les recherches que je poursuis sur l'absorption de la lumière dans les cristaux, et dont j'ai eu l'honneur de présenter plusieurs Extraits à l'Académie, m'ont conduit aux lois générales résumées ci-après :

» 1° Le spectre d'absorption observé au travers d'un cristal varie avec la direction de la vibration lumineuse rectiligne qui se propage dans ce cristal.

» 2° Les bandes ou raies observées au travers d'un même cristal ont, dans le spectre, des positions fixes; leur intensité seule varie.

» 3° Pour une bande ou raie déterminée, il existe dans le cristal trois directions rectangulaires de symétrie, suivant l'une desquelles la bande

disparaît généralement, de sorte que, pour une direction convenable des vibrations lumineuses, le cristal n'absorbe plus les radiations correspondant à la région du spectre où apparaissait la bande en question. Ces trois directions peuvent s'appeler les *Directions principales d'absorption* relatives à cette bande.

» 4° Dans les cristaux orthorhombiques, par une conséquence forcée de la symétrie cristalline, les directions principales d'absorption de toutes les bandes coïncident avec les trois axes de symétrie. On peut ainsi observer *trois spectres principaux d'absorption*. Dans les cristaux uniaxes, le nombre des spectres d'absorption se réduit à deux.

» 5° Dans les cristaux clinorhombiques, l'une des directions principales d'absorption de chacune des bandes coïncide avec l'axe unique de symétrie; les deux autres directions principales rectangulaires de chaque bande peuvent être orientées diversement dans le plan normal à cet axe. Le plus généralement, ces directions principales sont très voisines des directions principales d'élasticité optique correspondantes; cependant, pour certaines bandes, les directions principales d'élasticité optique et les directions principales d'absorption situées dans le plan g_1 peuvent être très différentes l'une de l'autre.

» 6° Dans divers cristaux, les caractères des phénomènes d'absorption diffèrent notablement de ceux qu'on s'attendrait à rencontrer d'après l'examen des propriétés optiques du cristal.

» On trouvera dans un Mémoire, qui sera publié ultérieurement, les développements nécessaires sur les nombreuses expériences qui m'ont conduit à formuler les conclusions précédentes. J'insisterai particulièrement dans cette Note sur une application que l'on peut déduire de l'un des faits exposés plus haut.

» On vient de voir que dans des cristaux clinorhombiques les directions principales d'absorption de certaines bandes étaient complètement différentes des axes d'élasticité optique de ce cristal pour les radiations correspondantes. Cherchons à rendre compte de cette anomalie. Les cristaux qui manifestent ces effets sont des corps complexes, formés de matières diverses, dont l'une, seulement, ou parfois quelques-unes absorbent la lumière et donnent chacune des bandes d'absorption différentes. Or, M. de Sénarmont a montré que l'isomorphisme géométrique de certaines substances n'impose pas nécessairement à celles-ci l'identité dans les propriétés optiques et, en particulier, dans les directions des axes d'élasticité optique par rapport aux directions géométriques du cristal. Dans un cris-

tal contenant un mélange de substances isomorphes, chaque substance apporte son influence propre, que l'on peut faire prédominer tour à tour suivant les proportions du mélange. On peut donc admettre que les molécules de chaque substance entrent dans le cristal en conservant toutes les propriétés optiques qu'elles auraient si chacune cristallisait isolément. Les directions principales d'élasticité optique sont données par la résultante des actions que chacune des substances composantes exerce sur la propagation de la lumière, tandis que l'absorption d'une région déterminée du spectre est due à une seule de ces substances et doit avoir pour directions de symétrie, les directions qu'elle aurait dans la molécule absorbante supposée isolée. Il peut arriver, comme nous l'avons vu, que ces directions ne coïncident pas avec les axes d'élasticité optique du cristal composé.

» Je me propose de chercher à vérifier directement, par synthèse, l'exactitude de cette manière de voir; mais, sans attendre une vérification longue et difficile à réaliser, on peut chercher d'autres vérifications dans les conséquences que l'on en déduit.

» En effet, si telle est la cause de l'anomalie de certaines directions principales d'absorption, les bandes qui présentent ces anomalies doivent appartenir à des substances différentes de celles qui donnent des bandes ayant d'autres directions principales d'absorption. On serait donc en possession d'une méthode nouvelle d'analyse spectrale permettant de distinguer dans certains cristaux des bandes appartenant à des matières différentes, isomorphes, mais n'ayant pas les mêmes propriétés optiques. Bien plus, deux mêmes bandes se présentant dans un cristal avec des caractères communs, et montrant dans un autre cristal des caractères essentiellement différents, devraient également être attribuées à deux corps différents. Si, parmi les substances que les caractères optiques qui viennent d'être décrits auraient conduit à distinguer entre elles, il s'en trouve que l'analyse chimique a déjà pu séparer les unes des autres, on aura une première confirmation de l'hypothèse que j'ai énoncée plus haut.

» Les bandes d'absorption du didyme permettent de faire cette vérification. On sait déjà que le didyme est composé de plusieurs substances. M. Lecoq de Boisbaudran a nettement isolé le samarium; récemment, M. Auer von Welsbach a séparé la presque totalité des bandes de la région visible en deux groupes, qu'il a attribués à deux substances, le néodyme et le praséodyme; et enfin, comme l'a fait remarquer M. Demarçay, une bande $\lambda = 476$ paraît caractériser un corps spécial. L'étude optique, faite au point de vue que nous avons exposé et limitée à la région visible

du spectre, entre C et G, a permis non seulement de distinguer ces corps les uns des autres, mais encore de prévoir que le néodyme et le praséodyme contiennent chacun plusieurs substances différentes.

» Je dois à l'extrême obligeance de M. Debray d'avoir pu étudier quatre types de cristaux clinorhombiques contenant des matières du didyme; ce sont : du sulfate de didyme, un azotate double de didyme et de potasse, un azotate double de lanthane et de potasse, un azotate double de lanthane et d'ammoniaque. Les caractères optiques de ces cristaux et le détail des spectres d'absorption qu'ils donnent seront décrits dans le Mémoire annoncé plus haut. Ces spectres comprennent une cinquantaine de bandes, parmi lesquelles quelques-unes présentent les anomalies signalées plus haut. Dans le sulfate de didyme, les bandes 592,3, 572,3, 521,9, 483,6, 482,2, 471,5, 470 présentent nettement des directions anomales de disparition; les angles de ces directions avec les directions principales d'élasticité atteignent jusqu'à 41° avec la bande 572,3. On remarquera que les quatre dernières bandes citées sont caractéristiques du praséodyme. L'étude des mêmes bandes dans l'azotate double de didyme et de potasse a fait voir que les bandes 482,2 et 470 devaient être séparées l'une de l'autre, ainsi que le groupe 477,4-476,4; une nouvelle bande 520 a manifesté une orientation anomale de ses directions principales d'absorption et, en outre, les bandes 525, 523,8, 522,8 ont présenté des variations qu'on ne trouvait pas, avec les mêmes caractères, dans le sulfate. Dans les spectres de ces deux cristaux, en ne considérant que les bandes les plus fortes, disparaissant nettement dans des directions anomales, on peut déjà regarder comme distinctes : dans le néodyme : 1° la bande 572,3, accompagnée de la bande 592,3; 2° 521,9; 3° 520; et dans le praséodyme : 1° 482,2; 2° 477,4 et 476,4; 3° 470; ces bandes pouvant, dans notre hypothèse, être attribuées à six substances différentes. Les autres bandes, très nombreuses, doivent se rattacher à l'une ou à l'autre de celles qui viennent d'être citées, ou même peuvent caractériser d'autres substances. Je continue, du reste, cette étude; mais le groupement de ces bandes est difficile à faire, car chaque substance peut donner trois spectres distincts. La méthode qui vient d'être exposée permettrait seulement de reconnaître si deux bandes n'appartiennent pas à la même substance, sans qu'il soit nécessaire de savoir, pour chaque substance, celui des trois spectres qui correspond à chaque bande. L'analyse chimique isolant des groupes de raies différents suivant les méthodes employées, l'étude optique montrerait si les groupes isolés doivent être considérés comme simples ou comme complexes.

» L'hypothèse développée dans cette Note paraît tellement vraisemblable, dans l'état actuel de nos connaissances, qu'il était intéressant de l'énoncer, non sans faire des réserves relatives soit à la nature des matières que l'on serait conduit à considérer comme distinctes, soit à la nature des modifications que peuvent subir les bandes d'absorption d'un même corps. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de quelques alcoolates de soude.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« I. J'ai déterminé précédemment la chaleur de formation du méthylate et de l'éthylate de soude. Si l'on prend comme termes de comparaison la série des réactions suivantes :

		Cal
(1)	H^2O^2 liq. + NaO sol. = $NaHO^2$ sol. + HO sol	+18,52
	H^2O^2 liq. + $NaHO^2$ sol. = $NaHO^2$ sol. + H^2O^2 sol	+ 1,43
	$NaHO^2$ sol. + H^2O^2 liq. = H^2O^2 liq. + $NaHO^2$ sol	+ 0,00
	H^2O^2 liq. + Na sol. = $NaHO^2$ sol. + H gaz	+33,36
	$NaHO^2$ sol. + nH^2O^2 liq. = $NaHO^2$ dissous dans nH^2O^2 liq	+ 9,78

on trouve pour le méthylate de soude :

		Cal
(2)	$C^2H^4O^2$ liq. + NaO sol. = $C^2H^3NaO^2$ sol. + HO sol	+18,32
	$C^2H^4O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol. = $C^2H^3NaO^2$ sol. + H^2O^2 sol	+ 1,32
	$C^2H^3NaO^2$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^2H^4O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol	+ 0,09
	$C^2H^4O^2$ liq. + Na sol. = $C^2H^3NaO^2$ sol. + H gaz	+33,19
	$C^2H^3NaO^2$ sol. + $nC^2H^4O^2$ liq. = $C^2H^3NaO^2$ diss. dans $nC^2H^4O^2$ liq.	+15,01

et pour les cinq réactions correspondantes faites avec l'éthylate :

(3) + 17^Cal^,35, + 0^Cal^,25, — 1^Cal^,19, + 32^Cal^,13, + 12^Cal^,40.

» J'ai étendu ces recherches aux alcoolates de soude formés par les alcools propylique, isobutylique et amylique.

» II. *Propylate de soude :* $C^6H^7NaO^2$. — Il se prépare comme tous les alcoolates alcalins en dissolvant le sodium dans l'alcool propylique et chauffant la dissolution à 200° dans un courant d'hydrogène sec. C'est une matière blanche, cristalline, déliquescente.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7NaO^2$.
Na pour 100	28,55	28,05

» La dissolution dans l'eau donne, à + 10°,

$$+ 13^{Cal},50 \text{ pour } 1^{éq} (82^{gr}) \text{ dans } 4^{lit}.$$

» La liqueur étendue de son volume d'eau dégage + $0^{Cal},23$.

» Le mélange des dissolutions de soude ($1^{éq} = 2^{lit}$) et d'alcool propylique ($1^{éq} = 2^{lit}$) donne − $0^{Cal},11$.

» La chaleur de dissolution du sodium dans l'alcool propylique en excès est de + $42^{Cal},35$.

» On déduit de ces données :

		Cal
(4)	$C^6H^8O^2$ liq. + NaO sol. = $C^6H^7NaO^2$ sol. + HO sol...............	+17,66
	$C^6H^8O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol. = $C^6H^7NaO^2$ sol. + H^2O^2 sol...........	+ 0,65
	$C^6H^7NaO^2$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^6H^8O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol	+ 0,78
	$C^6H^8O^2$ liq. + Na sol. = $C^6H^7NaO^2$ sol. + H gaz....................	+32,52
	$C^6H^7NaO^2$ sol. + $n\,C^6H^8O^2$ liq. = $C^6H^7NaO^2$ diss. dans $n\,C^6H^8O^2$ liq.	+ 9,83

» Si l'on abandonne à l'évaporation lente dans l'air sec la dissolution du sodium dans l'alcool propylique en excès, on obtient des cristaux formés par un alcoolate polyalcoolique dont la formule est $C^6H^7NaO^2, 2C^6H^8O^2$, analogue au méthylate méthylique $C^2H^3NaO^2, C^2H^4O^2$, et aux éthylates éthyliques $C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2$ et $C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2$. Mais je n'ai pu en préparer une quantité suffisante pour en déterminer la chaleur de formation.

» III. *Isobutylate de soude :* $C^8H^9NaO^2$. — Ce corps est blanc, cristallin, déliquescent. Il se colore un peu dans l'air sec.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^8H^9NaO^2$.
Na pour 100...........	24,58	23,96

» Sa chaleur de dissolution, à + 10°, est de

$$+ 14^{Cal},25 \text{ pour } 1^{éq} (96^{gr}) \text{ dans } 4^{lit}.$$

» La liqueur étendue de son volume d'eau dégage encore + $0^{Cal},24$.

» Le mélange des deux dissolutions de soude ($1^{éq} = 2^{lit}$) et d'alcool isobutylique ($1^{éq} = 2^{lit}$) dégage − $0^{Cal},09$.

» D'où l'on conclut :

		Cal
(5)	$C^8H^{10}O^2$ liq. + NaO sol. = $C^8H^9NaO^2$ sol. + HO sol...............	+16,76
	$C^8H^{10}O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol. = $C^8H^9NaO^2$ sol. + H^2O^2 sol...........	− 0,25
	$C^8H^9NaO^2$ sol. + H^2O^2 liq. = $C^8H^{10}O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol	+ 1,68
	$C^8H^{10}O^2$ liq. + Na sol. = $C^8H^9NaO^2$ sol. + H gaz.................	+31,62

» Lorsqu'on dissout jusqu'à refus du sodium dans l'alcool isobutylique

à 150° et qu'on laisse refroidir, la liqueur se prend en une masse de cristaux formés par un alcoolate trialcoolique. Ce sont des lamelles incolores et flexibles qui se colorent en brun à l'air en perdant un peu d'alcool.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^8H^9NaO^2, 3C^8H^{10}O^2$.
Na pour 100	7,48	7,23

» Leur chaleur de dissolution est de

$$+17^{Cal},31 \text{ pour } 1^{éq} (318^{gr}) \text{ dans } 10^{lit} \text{ d'eau.}$$

» Le mélange de $1^{éq}$ de $C^8H^9NaO^2$ (dissous dans 4^{lit}) avec $3^{éq}$ de $C^8H^{10}O^2$ (dissous dans 2^{lit}) donne $-0^{Cal},02$.

» D'où l'on conclut :

$$C^8H^9NaO^2 \text{ sol.} + 3C^8H^{10}O^2 \text{ liq.} = C^8H^9NaO^2, 3C^8H^{10}O^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots + 5^{Cal},56$$

» IV. *Amylate de soude :* $C^{10}H^{11}NaO^2$. — Ce corps a l'aspect des précédents et se prépare de la même manière. Il présente, bien qu'à un moindre degré, la propriété que possèdent les propylate, isobutylate et amylate de potasse, de brunir et de s'échauffer brusquement en noircissant et en dégageant des vapeurs abondantes, lorsqu'on l'abandonne au contact de l'air pendant quelques minutes.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^{11}NaO^2$.
Na pour 100	21,08	20,91

» J'ai isolé une petite quantité d'un amylate diamylique

$$C^{10}H^{11}NaO^2, \quad 2C^{10}H^{12}O^2,$$

en recueillant les cristaux déposés à froid dans une dissolution de sodium dans l'alcool amylique.

» La chaleur de dissolution de l'amylate $C^{10}H^{11}NaO^2$ est de

$$+14^{Cal},21 \text{ pour } 1^{éq} (110^{gr}) \text{ dans } 4^{lit} \text{ d'eau.}$$

» La liqueur étendue de son volume d'eau dégage encore $+0^{Cal},27$.

» Le mélange des deux dissolutions de soude ($1^{éq} = 2^{lit}$) et d'alcool amylique ($1^{éq} = 2^{lit}$) donne $-0^{Cal},10$.

» D'où l'on déduit :

$$(6) \left\{ \begin{array}{lr} C^{10}H^{12}O^2 \text{ liq.} + NaO \text{ sol.} = C^{10}H^{11}NaO^2 \text{ sol.} + HO \text{ sol} \ldots\ldots\ldots\ldots & +16^{Cal},71 \\ C^{10}H^{12}O^2 \text{ liq.} + NaHO^2 \text{ sol.} = C^{10}H^{11}NaO^2 \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots & -0,30 \\ C^{10}H^{11}NaO^2 \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ liq.} = C^{10}H^{12}O^2 \text{ liq.} + NaHO^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots & +1,73 \\ C^{10}H^{12}O^2 \text{ liq.} + Na \text{ sol.} = C^{10}H^{11}NaO^2 \text{ sol.} + H \text{ gaz} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & +31,57 \end{array} \right.$$

» Ces six séries de nombres se prêtent aux mêmes comparaisons que celles que j'ai obtenues précédemment pour les alcoolates de potasse. Le premier et le quatrième nombre restent presque constants dans toutes les séries, bien qu'ils diminuent un peu et régulièrement de la série 1 à la série 6. Ces nombres sont toujours plus faibles que ceux qui correspondent à l'hydrate et aux alcoolates de potasse.

» V. On a, à partir des éléments :

	Cal
Na sol. + H gaz. + O^2 gaz. = $NaHO^2$ sol	+ 102,30
Na sol. + C^2 sol. (diamant) + H^3 gaz. + O^2 gaz. = $C^2H^3NaO^2$ sol	+ 95,22
Na sol. + C^4 sol. + H^5 gaz. + O^2 gaz. = $C^4H^5NaO^2$ sol	+ 102,73
Na sol. + C^6 sol. + H^7 gaz. + O^2 gaz. = $C^6H^7NaO^2$ sol	+ 99,56
Na sol. + C^8 sol. + H^9 gaz. + O^2 gaz. = $C^8H^9NaO^2$ sol	+ 115,66
Na sol. + C^{10} sol. + H^{11} gaz. + O^2 gaz. = $C^{10}H^{11}NaO^2$ sol	+ 124,58

nombres très voisins; on peut remarquer qu'ils varient de la même manière que les chaleurs de formation des alcoolates de potasse (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 68).

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons du bioxyde d'étain.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« On sait que l'acide sulfurique dissout avec une facilité plus ou moins grande les hydrates de bioxyde d'étain de diverses provenances, en donnant une liqueur soluble dans l'eau et dans l'alcool; je me propose d'examiner dans cette Note les produits de cette réaction qui n'ont pas été étudiés jusqu'ici.

» I. L'acide stannique gélatineux qui provient de la décomposition du bichlorure par un alcali se dissout très facilement à chaud dans l'acide sulfurique étendu de 8 ou 10 fois son volume d'eau ; on obtient une liqueur limpide qui, évaporée par ébullition, commence à déposer, quand l'acide ne retient plus que 3 à 4 volumes d'eau, de petites aiguilles incolores et transparentes groupées comme les rayons d'un éventail entr'ouvert; si l'on sépare ces aiguilles, puis qu'on pousse l'évaporation plus loin, on voit se former de belles lames rhomboïdales ou des petits rhomboèdres transparents très voisins d'un cube; la liqueur encore plus concentrée dépose des cristaux plus épais et de figure plus complexe; ils dérivent d'un prisme hexagonal dont deux faces parallèles sont très développées, et dont les bases sont surmontées par des pointements. La composition de ces divers cristaux conduit à leur attribuer la formule $SnO^2, 2(SO^3HO)$.

» L'acide stannique gélatineux précédent est très soluble dans l'ammoniaque, et la solution évaporée à l'air laisse une masse vitreuse, dure, de l'hydrate $SnO^2, 2HO$; celle-ci finement pulvérisée décrépite quand on la chauffe avec un mélange à parties égales d'eau et d'acide sulfurique, et ne tarde pas à se dissoudre en totalité. La liqueur évaporée à chaud commence, au bout de quelque temps, à déposer des rhomboèdres transparents voisins du cube, puis un peu plus tard des lames hexagonales et des cristaux prismatiques tout semblables à ceux qui ont été décrits plus haut. On les débarrasse aisément de la liqueur mère en les abandonnant quelque temps dans une atmosphère bien sèche sur des plaques de porcelaine; ils contiennent $SnO^2, 2(SO^3HO)$.

» L'acide métastannique pulvérulent, qui provient de l'action de l'étain sur l'acide azotique, se dissout à chaud dans l'acide sulfurique étendu du double de son volume d'eau, mais plus lentement que les variétés de bioxyde d'étain qui précèdent; la liqueur convenablement évaporée dépose des lames transparentes et minces, ayant tantôt la forme d'un losange, tantôt celle d'un hexagone régulier; puis, quand l'acide devient très concentré, les petits prismes épais et courts terminés par les pointements commencent à apparaître: ces divers cristaux renferment encore

$$SnO^2, 2(SO^3HO).$$

» Le même composé prend aussi naissance et dans les mêmes circonstances quand on emploie de l'acide métastannique obtenu en décomposant un métastannate alcalin par un acide, et séchant à la température ordinaire le précipité bien lavé.

» Le bioxyde d'étain anhydre préparé en maintenant au rouge vif pendant quelques minutes l'un quelconque de ses hydrates n'est plus attaqué par l'acide sulfurique qu'avec une extrême lenteur; il s'en dissout cependant quand on le chauffe avec cet acide à une température voisine de son point d'ébullition et pendant longtemps; la dissolution évaporée donne naissance au même produit.

» II. Le composé $SnO^2, 2(SO^3HO)$ peut donc être formé avec toutes les variétés de bioxyde d'étain, mais il cristallise différemment suivant le degré de concentration de la liqueur qui le dépose : celle-ci est-elle riche en eau, les cristaux sont de fines aiguilles; ils deviennent des lames minces hexagonales ou rhomboïdales, parfois de petits rhomboèdres dans une solution moins aqueuse; enfin, dans l'acide sulfurique concentré, on obtient des cristaux plus complexes appartenant d'ailleurs encore au système du rhomboèdre.

» L'eau dédouble ces cristaux en leurs éléments ; mais l'oxyde d'étain, soluble dans l'acide sulfurique, s'y dissout à mesure qu'il se forme et la liqueur reste limpide. Ce n'est qu'en ajoutant beaucoup d'eau, qui, diluant l'acide sulfurique, rend la dissolution de l'oxyde d'étain plus difficile, qu'on voit ce dernier se déposer sous la forme de précipité gélatineux, et il faut pour cela que la liqueur ne renferme pas à la température ordinaire plus de 43gr environ d'acide sulfurique, pour un litre d'eau. Il en résulte que le composé $SnO^2, 2(SO^3HO)$, qui est très déliquescent, se résout en un liquide incolore et transparent quand on l'expose à l'air humide, ou quand on le traite par une faible quantité d'eau. Mais la solution ainsi obtenue ne cristallise pas quand on l'évapore soit à chaud, soit dans le vide; elle se prend en une masse dure, vitreuse, très hygrométrique. C'est qu'en effet elle ne contient plus l'excès d'acide sulfurique nécessaire pour que l'eau dissolve sans les décomposer les cristaux avec lesquels on la met en contact, mais il suffit de lui restituer une certaine quantité de cet acide pour voir ces cristaux réapparaître lors de l'évaporation de la liqueur.

» La combinaison $SnO^2, 2(SO^3HO)$ se dissout facilement dans l'acide sulfurique étendu, et plus à chaud qu'à froid; l'éther anhydre ne l'altère pas; l'alcool absolu détruit les cristaux en leur enlevant de l'acide sulfurique.

» III. Les choses se passent d'une façon différente quand on n'opère plus en présence d'un grand excès d'acide sulfurique. Lorsque la liqueur acide et chaude a dissous une forte proportion de bioxyde d'étain, elle se prend par le refroidissement en une gelée transparente, parfois un peu opaline, qui se liquéfie quand on la chauffe, pour redevenir solide quand on la refroidit de nouveau. La matière ainsi obtenue présente une réaction très acide, mais elle ne donne pas de cristaux même après un repos d'un mois; si à la liqueur chaude on ajoute un excès d'éther anhydre, il se forme un précipité blanc qui, après lavage à l'éther, peut être séché dans l'air bien sec sur des plaques de porcelaine; il est formé de très fines aiguilles, transparentes et microscopiques, dont la composition correspond à la formule $SnO^2, (SO^3HO)$.

» Ce nouveau composé se dissout aisément dans l'eau froide, mais la dissolution, d'abord limpide, se trouble au bout de peu d'instants en donnant un dépôt gélatineux de bioxyde d'étain hydraté.

» IV. Une combinaison du même ordre, mais renfermant de l'*acide sélénique*, s'obtient plus facilement. Il suffit de dissoudre à chaud de l'oxyde d'étain gélatineux dans une liqueur renfermant un excès d'acide sélénique pour produire une dissolution incolore et limpide qui, évaporée à consis-

tance de sirop, dépose déjà à chaud de beaux cristaux transparents ayant la forme de lames rhomboïdales ou de prismes à six pans terminés par des biseaux très aplatis. On les purifie aisément sur des plaques de porcelaine, et leur composition est d'accord avec la formule $SnO^2, (SeO^3HO)$.

» Ces cristaux attirent l'humidité de l'air, et l'eau en excès les décompose avec dépôt de bioxyde d'étain hydraté. Même en présence d'une grande quantité d'acide sélénique, il ne s'est pas formé de composé renfermant plus de $1^{éq}$ de cet acide pour $1^{éq}$ d'oxyde d'étain.

» L'acide titanique et la zircone donnent lieu à la formation de combinaisons analogues; leur examen fera l'objet d'une nouvelle Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de quelques métalloïdes sur les azotates d'argent et de cuivre en dissolution*. Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. Troost.

« L'action du soufre sur les solutions de nitrate d'argent a été étudiée par M. Filhol et moi [1]; elle est exprimée par l'équation

$$3(AgO, AzO^5) + 4S + Aq = 3AgS + SO^3 + 3AzO^5 + Aq.$$

» A 100°, cette action n'est complète que pour des solutions très étendues, et même dans ce cas elle s'opère avec une certaine lenteur; à la température ordinaire elle ne se manifeste qu'après quelques jours et n'est pas achevée au bout de plusieurs mois.

» Avec le sélénium pulvérisé, la décomposition des solutions bouillantes de nitrate d'argent est plus facile. Non seulement ce métalloïde réduit au bout de quelques minutes les liqueurs très diluées, mais il réduit encore presque aussi aisément des solutions plus concentrées, qui ne sont décomposées par le soufre que d'une manière très incomplète. Il se produit de l'acide sélénieux et du séléniure d'argent:

$$2(AgO, AzO^5) + 3Se + Aq = 2AgSe + SeO^2 + 2AzO^5 + Aq.$$

» En tubes scellés, la réaction n'est pas aussi complète. L'azotate d'argent est bien décomposé, mais l'acide sélénieux s'unit à une partie de AgO non

(1) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 152.

décomposé pour former du sélénite d'argent, soluble à chaud dans la liqueur acide et qui se dépose en aiguilles blanches par le refroidissement :

$$3(AgO, AzO^5) + 3Se + Aq = 2AgSe + AgO, SeO^2 + 3AzO^5 + Aq.$$

L'action du tellure en poudre sur le nitrate d'argent dissous, un peu moins rapide à 100° que celle du sélénium, se traduit par une équation analogue

$$2(AgO, AzO^5) + 3Te + Aq = 2AgTe + TeO^2 + 2AzO^5 + Aq.$$

» Mais, contrairement à ce qui se passe avec le sélénium, lorsqu'on opère dans des tubes scellés, entre 95° et 100°, la précipitation de l'argent par le tellure s'effectue toujours d'une façon complète. Bien plus, si le tellure est en excès, l'acide azotique mis en liberté est lui-même décomposé, pour des liqueurs même très étendues; il en résulte du bioxyde d'azote qui se dégage avec force lorsqu'on casse le tube, tandis que la liqueur prend une teinte bleue due à la présence de l'acide azoteux.

» La réduction du nitrate d'argent dissous par le sélénium et le tellure se produit à la température ordinaire; elle est lente, mais complète.

» Le soufre et le sélénium n'agissent pas sur les solutions de nitrate de cuivre; le tellure, au contraire, les réduit à chaud, mais cette réduction est limitée.

» L'action de l'arsenic et du phosphore sur les solutions de nitrate d'argent avait déjà été signalée : M. Personne (1) a annoncé que le phosphore rouge réduit, soit à froid, soit à chaud, la solution de nitrate d'argent; cependant quelques chimistes admettent que le phosphore donne naissance à un phosphure d'argent. De même M. Descamps (2) pense qu'avec l'arsenic il se forme de l'arséniure d'argent. Cela ne me paraît pas exact.

» Et en effet, après m'être préalablement assuré qu'en réduisant le nitrate d'argent dissous l'arsenic donnait comme produit d'oxydation de l'acide arsénieux à l'exclusion de l'acide arsénique, j'ai constaté que la plus petite quantité d'arsenic nécessaire pour réduire un poids déterminé de nitrate d'argent en solution étendue correspondait à l'équation

$$3(AgO, AzO^5) + As + Aq = 3Ag + AsO^3 + 3AzO^5 + Aq,$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 113.
(2) *Ibid.*, t. LXXXVI, p. 1022.

ce qui exclut toute formation d'arséniure d'argent. D'ailleurs on ne trouve pas de traces d'arsenic dans le dépôt.

» De même, le phosphore rouge donne avec les solutions de nitrate d'argent

$$5(AgO, AzO^5) + Ph + Aq = 5Ag + PhO^5 + 5AzO^5 + Aq.$$

» En adoptant cette méthode pour les solutions étendues d'azotate de cuivre, j'ai trouvé qu'il se produisait avec le phosphore rouge et l'arsenic deux composés qui n'ont pas été jusqu'ici signalés : un phosphure de cuivre, Cu^5Ph^2, et un arséniure de cuivre Cu^5As.

» On a, par exemple, avec le phosphore,

$$5(CuO, AzO^5) + 3Ph + Aq = Cu^5Ph^2 + PhO^5 + 5AzO^5 + Aq.$$

» L'action du chlore, du brome et de l'iode sur le nitrate d'argent dissous avait été observée par quelques chimistes qui employaient ces métalloïdes en solution alcoolique ou aqueuse. J'ai constaté la décomposition de ce sel dissous par l'iode solide et par le chlore gazeux, à l'abri de la lumière. J'ai observé que, même à froid, cette décomposition est plus complète qu'on ne l'admet et qu'au lieu d'un chlorate ou d'un iodate d'argent il se forme en réalité de l'acide chlorique et de l'acide iodique libres, conformément à l'équation

$$5(AgO, AzO^5) + 6I + Aq = 5AgI + IO^5 + 5AzO^5 + Aq.$$

» Mes expériences relatives à l'action du brome sur les solutions de nitrate d'argent n'ont fait que confirmer les résultats obtenus par J. Spiller et Schœnbein, d'après lesquels cette action s'exprime ainsi qu'il suit :

$$AgO, AzO^5 + 2Br + Aq = AgBr + BrO + AzO^5 + Aq. \text{ »}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la composition du grain d'amidon.* Note de M. **Em. Bourquelot.**

« En comparant, dans ma Note du 3 janvier dernier, l'action de l'eau seule à l'action de la salive sur le grain d'amidon, entre 35° et 74°, je n'ai exposé que les résultats relatifs aux variations de température; mais la température n'est pas le seul facteur que l'on puisse faire varier dans cette étude, et si l'on veut avoir une connaissance plus précise des rôles respec-

tifs de l'eau, de la diastase salivaire et de la matière amylacée dans la réaction, il est nécessaire d'examiner ce qui se passe lorsque, pour une température déterminée, on fait varier le temps pendant lequel dure l'expérience.

» En conséquence, on a institué deux nouvelles séries de recherches.

» Dans la première, on a traité à diverses températures de l'amidon de pomme de terre par de la salive. Pour chacune de ces températures on a fait trois essais. L'analyse était faite dans le premier après cinq heures, dans le deuxième après vingt heures et dans le troisième après trente heures consécutives.

» La quantité d'amidon traité était, dans chaque essai, de $0^{gr},40$, et celui-ci était délayé dans 12^{cc} d'eau additionnée de 3^{cc} de salive.

» Les résultats se sont trouvés différents, suivant qu'on a opéré au-dessous de 57° ou au-dessus de cette température. On en jugera par le Tableau suivant :

	Pouvoir réducteur		
Température.	après 5 heures.	après 20 heures.	après 30 heures.
44°	3,85	10,73	15,59
50	7,27	15,60	19,67
52	7,48	15,09	17,46
54	9,15	12,35	16,80
....	....	....	....
57	20,03	21,83	21,83
60	24,53	26,20	21,68
63	28,47	26,20	26,20

» Aux températures inférieures à 57°, l'action est fonction du temps, sans être pourtant proportionnelle à celui-ci. Aux températures plus élevées, le pouvoir réducteur atteint une certaine valeur qui reste ensuite stationnaire, quelle que soit la durée de l'expérience.

» Ce dernier résultat ne doit pas nous surprendre, car nous savons déjà, par les faits que j'ai exposés dans ma dernière Note, que vers 58° la diastase de la salive subit un certain affaiblissement. Dans les premiers moments de l'expérience, la diastase possède encore toute son activité. Elle la perd peu à peu et, dès que l'affaiblissement atteint son maximum, le processus de saccharification se trouve complètement arrêté.

» Dans la deuxième série de recherches, la même quantité de fécule était traitée par 15^{cc} d'eau pendant cinq, vingt et trente heures. Après refroidissement, l'essai était additionné de salive et abandonné vingt-quatre heures à la température ordinaire. Un dosage de la matière sucrée donnait

alors la mesure de l'hydratation effectuée dans la première partie de l'expérience.

» Les résultats de cette série de recherches sont en partie consignés dans le Tableau suivant :

Température.	Pouvoir réducteur		
	après 5 heures.	après 20 heures.	après 30 heures.
54°	4,20	4,45	4,71
57	12,35	15,59	15,74
60	26,20	26,70	27,29
63	40,93	39,70	39,93
66	42,81	43,95	44,25

» Comme on le voit, la proportion de matière amylacée hydratée au bout de cinq heures ne s'est pas sensiblement accrue en prolongeant l'expérience.

» Si d'ailleurs, pour une même quantité d'eau, on fait varier le poids d'amidon soumis à son action, on constate que les pouvoirs réducteurs auxquels on arrive sont identiques. En d'autres termes, si, avec 15^{cc} d'eau, on opère en même temps, d'une part, sur 0^{gr},40 d'amidon et, d'autre part, sur 0^{gr},80, on obtient pour le deuxième essai deux fois autant d'amidon hydraté que pour le premier. On ne peut donc pas dire que, dans les essais dont j'ai donné plus haut les résultats, le phénomène d'hydratation ait été limité par la présence des produits de la réaction.

» Ainsi, l'action hydratante de l'eau sur le grain d'amidon est fonction de la température, sans être fonction du temps.

» Si maintenant on réfléchit qu'en général pour toute réaction effectuée sur une seule espèce chimique organique, et qu'en particulier pour toutes les hydratations, les quantités de produits formés sont proportionnelles au temps ou tout au moins en rapport avec le temps, on se trouve conduit à émettre l'opinion suivante : *Le grain d'amidon n'est formé ni d'une espèce ni de deux espèces chimiques* (granulose et amylose), *comme on l'a pensé jusqu'à présent, mais d'un nombre plus considérable d'hydrates de carbone.*

» Peut-être ces hydrates de carbone sont-ils identiques à l'origine et ne deviennent-ils différents qu'en vieillissant, par exemple par polymérisation. En tout cas, ils opposent une résistance différente aux actions hydratantes, et c'est par là qu'ils se distinguent les uns des autres.

» Remarquons, en terminant, que certains physiologistes ont émis une manière de voir analogue, relativement à la paroi cellulaire épaissie des végétaux. Cette paroi serait composée de plusieurs celluloses présentant

dans leurs propriétés des divergences que l'on ne peut expliquer par de simples différences physiques. »

ZOOLOGIE. — *Sur le corps plastidogène ou prétendu cœur des Échinodermes.* Note de M. **Edmond Perrier.**

« Dans la séance du 3 janvier 1887, M. le professeur de Lacaze-Duthiers, mon ancien maître, a déposé sur le bureau de l'Académie deux Notes relatives à l'organe qu'on a si longtemps considéré chez les Échinodermes tantôt comme un cœur, tantôt comme une glande. L'une de ces Notes, due à M. Prouho, est relative aux rapports de cet organe avec les glandes génitales chez les Oursins; la seconde traite des rapports du même organe avec les glandes génitales chez les Étoiles de mer; elle a pour auteur M. Cuénot. Dans la première de ces Notes, M. Prouho cite mes recherches sur les Comatules, pour constater qu'elles ne s'accordent pas avec les résultats qu'il a obtenus relativement aux Oursins. M. Cuénot, au contraire, est en parfait accord avec moi, mais il s'abstient de mentionner mon travail. Afin que chacun conserve ce qui lui appartient, je demanderai à l'Académie la permission de résumer brièvement l'historique de la question.

» Chez les Étoiles de mer, l'organe dont il s'agit a été pris pour un cœur par Tiedemann (1816), pour une glande par M. Jourdain (1867), pour une sorte de branchie par Greeff (1872). En 1875, Hoffmann en parle comme d'un corps d'apparence glanduleuse dont la signification lui est demeurée inconnue; en 1876, Teuscher y voit un organe embryonnaire dont les fonctions ont cessé; en 1878, Ludwig revient à l'idée que c'est un cœur, ou tout au moins le réseau central de l'appareil vasculaire; en 1884, Hamman en fait l'organe producteur du pigment et le nomme *organe chromatogène*.

» Les Étoiles de mer manquant du système de canaux qui se ramifient sur le tube digestif des Oursins, les opinions qu'on pouvait émettre sur l'organe central de leur circulation ne pouvaient s'étendre à ces derniers animaux auxquels, jusqu'en 1874, tout le monde attribuait un cœur. Le 14 novembre 1874, j'annonçai à l'Académie que ce prétendu cœur était une glande, ce que je démontrai en décrivant sa structure histologique, et ce qui n'a jamais été contesté.

» La question résolue pour cette classe d'Échinodermes restait discutée pour les Étoiles de mer; elle se soulevait pour les Comatules, à qui

William Carpenter venait de découvrir un cordon axial, prolongement de l'axe fibreux du pédoncule, et qui lui avait *semblé*, chez les larves phytocrinoïdes de Comatules, en continuité avec les rudiments des rachis génitaux chez la Comatule adulte; Greeff, en 1876, trouvait à la place de ce cordon un lacis de vaisseaux à parois glandulaires, et Ludwig déclarait, en 1877, que ce lacis était le seul organe auquel on pût, avec quelque raison, donner le nom de *cœur*.

» En 1882, dans une Note écrite en collaboration avec M. J. Poirier, je confirmai que le prétendu cœur des Étoiles de mer était un corps glandulaire ; en 1883, j'arrivai au même résultat pour les Comatules et, en 1885, j'annonçai que ce corps glandulaire n'était pas une simple *glande plexiforme*, comme avait fini par l'admettre Herbert Carpenter (1882), mais bien le corps producteur des glandes génitales des Comatules; je lui donnai le nom de *stolon génital*. J'ajoutais (*Zoologischer Anzeiger*, n° 194, 1885) : « On a souvent comparé l'organe dorsal des Crinoïdes à la glande ovoïde ou prétendu cœur des Oursins et des Étoiles de mer; il y a lieu de rechercher maintenant si ce corps problématique n'a pas quelque rôle à jouer dans la formation des glandes génitales des Échinodermes », et j'annonçais que je comptais entreprendre des recherches dans ce sens. Personne jusque-là n'avait émis une pareille opinion sur le rôle du prétendu cœur des Échinodermes ; l'idée première de ces recherches et la méthode à suivre pour les mener à bien, comme je l'avais fait pour les Comatules, m'appartiennent donc.

» Le 24 mai 1886, j'indiquai à l'Académie les premiers résultats de mes études sur les Étoiles de mer; je fis connaître l'origine du prétendu cœur ou *organe collatéral* du tube hydrophore des Étoiles de mer ; je déterminai une partie de ses fonctions et je conclus en disant : « L'organe collatéral » du tube hydrophore n'est donc pas un cœur, mais un foyer de production d'éléments anatomiques dont quelques-uns, devenant libres, constituent les corpuscules de la cavité générale. » C'est seulement le 28 juin que M. Cuénot communique à l'Académie des Sciences, sans citer mon travail, ce résultat que j'avais publié plus d'un mois avant lui. Dans sa Note du 3 janvier, M. Cuénot constate que, chez les Étoiles de mer, la glande ovoïde donne naissance aux glandes génitales; mais il s'abstient de dire que ce résultat est absolument identique avec celui que j'ai obtenu depuis plus de deux ans pour les Comatules et conforme à ce que j'avais prévu en 1885 pour les Étoiles de mer.

» Quant à M. Prouho, dont les recherches relatives aux Oursins ont été

communiquées à l'Académie par M. de Lacaze-Duthiers en même temps que celles de M. Cuénot, il constate que le bourgeon producteur des glandes génitales naît, chez ceux de ces animaux qu'il a étudiés, tout auprès du sommet de la glande ovoïde et qu'il est enveloppé par la même membrane. Comme ce bourgeon et la glande ovoïde qu'il touche presque sont l'un et l'autre le produit de la membrane sur laquelle ils reposent, on peut dire que les résultats obtenus par M. Prouho, si tant est qu'ils soient définitifs, ne diffèrent pas autant qu'il semble le penser de ceux que je viens de rappeler et dont la concordance doit l'inviter à de nouvelles recherches. L'étude de la glande ovoïde des Oursins est d'ailleurs de nature à éclairer les rapports avec l'extérieur du système des vaisseaux absorbants et du système des vaisseaux aquifères qui, suivant M. Prouho, ne sont pas aussi en continuité que je le crois, mais ne sont pas non plus aussi séparés que le pense l'École anglo-allemande. La détermination de la glande ovoïde, qu'il conviendrait de nommer désormais *organe plastidogène*, comme un organe producteur d'éléments anatomiques, rend fort douteuse l'existence d'un canal excréteur destiné à mettre cet organe en communication avec l'extérieur. L'interprétation de M. Kœhler, qui fait du canal ainsi déterminé une dépendance de l'appareil dit *vasculaire*, paraît désormais plus probable que celle que M. Prouho m'a empruntée. Dans ce cas, l'eau qui entre par la plaque madréporique pénétrerait simultanément dans l'appareil ambulacraire et dans l'appareil d'irrigation proprement dit, comme j'ai constaté que cela avait lieu chez les Étoiles de mer. Une constatation nouvelle de ce fait, admis par M. Kœhler pour les Oursins, serait d'un haut intérêt morphologique et physiologique. Les deux systèmes de canaux constituant l'*appareil d'irrigation* des Oursins réguliers recevraient ainsi l'un et l'autre de l'eau de l'extérieur; ils communiqueraient en outre l'un avec l'autre par l'intermédiaire des vésicules de Poli chez les *Echiniens*, ou de l'anneau anastomotique qui, suivant les recherches mêmes de M. Prouho, remplace ces vésicules chez les *Cidariens*. J'ai montré, il y a douze ans déjà, à tout le personnel du laboratoire de Roscoff, qu'une injection poussée dans le système des canaux ambulacraires passait régulièrement dans le système des canaux absorbants. »

ZOOLOGIE. — *Sur des parasites nouveaux des Daphnies.* Note de M. **R. Moniez.**

« 1. Cienkowski a étudié, après quelques autres observateurs, un parasite externe trouvé sur quelques Invertébrés aquatiques et auquel il donne le nom de *Amœbidium parasiticum*. Au sujet de sa position systématique, l'auteur se borne à dire qu'on peut en faire une Algue ou un Champignon. C'est aussi exactement l'opinion de Robin qui a observé le parasite, sans connaître le travail de Cienkowski.

» J'ai rencontré un *Amœbidium* à Lille, sur plusieurs Daphnides (*Daphnia sima, D. reticulata* Fischer et *Pasithœa rectirostris*); c'est celui qui a été vu par Robin. Sa taille, l'aspect des colonies qu'il forme et différentes particularités de la reproduction et du parasitisme me font penser qu'il s'agit d'une espèce nouvelle; on pourrait l'appeler A. *cienkowskianum*. Les recherches auxquelles je me suis livré au sujet de ce parasite m'ont permis de préciser la position des *Amœbidium :* c'est une forme parasite du genre libre *Raphidium* (Palmellacées). La taille, les caractères des individus simples, le mode de division, la formation des colonies sont identiques dans les deux genres, et les récentes observations de Klebs et de Reinhardt ont fait connaître chez les *Raphidium* les spores immobiles et les zoospores connues chez l'*Amœbidium*.

» Notre espèce correspondrait au *R. polymorphum* de Freisenius.

» J'ai aussi trouvé une autre espèce d'*Amœbidium* que j'appellerai *A. crassum*. Ce n'est plus un parasite externe, il vit dans l'intestin de l'*Eurycercus lamellatus*. Cette espèce correspond peut-être au *Raphidium Braunii;* les individus sont courts, très épais, de près de moitié plus petits que ceux de l'*Amœbidium cienkowskianum*, et leurs dimensions ne varient guère, ce qui explique peut-être pourquoi je n'ai pas observé de colonies; j'ai trouvé les spores immobiles.

» 2. J'ai donné le nom de *Chytridhœma cladocerarum* à un parasite des *Simocephalus retulus* et *Acroperus leucocephalus*. Les zoospores sont extraordinairement abondantes dans le sang; elles mesurent à peu près 3 μ dans leur plus grande largeur et ont la forme d'une toupie : la base porte un tubercule très saillant et l'extrémité est prolongée par un cil unique. Le corps de la spore est formé d'un protoplasme sombre, tandis que le tubercule est extrêmement réfringent; parfois la spore présente des modifica-

tions importantes, au point de vue de la signification de ses différentes parties : le tubercule augmente de volume et devient granuleux, tandis qu'une tache claire apparaît au milieu de la spore. Des sortes de sacs aplatis, sans cloisons ni canaux éjecteurs, tapissent quelquefois entièrement la cavité du corps et des membres du Cladocère : ils sont entièrement remplis de spores jeunes. Pour nous, le tubercule de ces petits corps reproducteurs est une anthéridie, et les sacs qui contiennent d'abord les spores sont des sporanges formés par le mycélium entier d'une Chytridiacée. Par les caractères que nous venons de donner, le parasite rappelle à la fois, semble-t-il, les Chytridiées, les Olpidiées et les Ancylistées.

» 3. Un autre type de parasite est celui auquel j'ai donné le nom de *Botellus;* il faut peut-être le classer parmi les Gymnoascées. Les spores de l'espèce principale ont seules été vues par Leydig, qui les considérait comme des psorospermies; elles sont cylindriques, courbées d'ordinaire en arc de cercle; elles présentent un nombre variable de taches claires, ou des granules réfringents, ou encore sont homogènes. Je ne connais jusqu'ici qu'un seul mode de reproduction : la spore s'accroît considérablement et se transforme en un long tube aux prolongements irréguliers; les spores se forment à l'intérieur de ce mycélium, qu'elles remplissent en totalité. J'ai distingué les espèces suivantes : 1° *Botellus typicus*, parasite du *Daphnia reticulata* Fisch.; la distance entre les deux extrémités de l'arc que décrivent les spores est de 7μ à 8μ; je n'ai trouvé comme éléments reproducteurs que des corps ovoïdes renfermant une vingtaine de spores. Le *Botellus typicus* se développe dans les organes génitaux. C'est la seule espèce que j'aie trouvée chez les Cladocères. L'autre, ou les autres, habite les Ostracodes : c'est le *Botellus parvus*, parasite du *Cypris vidua;* il mesure de 4μ à 5μ de longueur; c'est sur cette espèce que j'ai observé le mode de reproduction indiqué plus haut. Est-ce une de ces deux espèces qui vit parfois chez le *Cypris punctata?* — Il est probable qu'il faudra placer dans le genre *Botellus* certains parasites trouvés par M. de Fromentel dans le *Volvox globator*, par Leydig chez l'*Amphicora mediterranea,* par Plate chez la *Callidina parasitica.*

» 4. Différents observateurs ont signalé dans l'appareil circulatoire des Daphnies des parasites auxquels ils ont appliqué la vague détermination de *psorospermies* ou de *spores de Champignons;* nous avons pu préciser les caractères d'un certain nombre de ces êtres, dont plusieurs doivent être classés parmi les Microsporidies, eu égard à leurs caractères physiques et chimiques et à leur mode de reproduction, par scissiparité et par des masses sporigènes.

» Je citerai comme Microsporidies nouvelles :

» *Microsporidia obtusa* de *Simocephalus retulus* et *Daphnia reticulata :* les spores sont obtuses, très renflées en arrière et présentent presque toujours une tache claire (noyau, vacuole?) asymétrique; elles atteignent 4μ de longueur sur 2μ,5 dans leur plus grande largeur. Peut-être confondons-nous ici deux espèces.

» *Microsporidia ovata :* est-ce celle-ci que Leydig identifie avec le parasite de la pébrine? La spore est parfaitement ovale et ne dépasse pas 3μ de longueur; la tache claire est rarement visible; vit en parasite chez les *Simocephalus retulus* et *Chydorus sphœricus*.

» *Microsporidia elongata* du *Simocephalus retulus;* forme elliptique; plus de 5μ de longueur sur 2μ de largeur.

» *Microsporidia acuta* du *Daphnia pulex;* la spore est terminée en pointe aiguë et mesure 5μ de longueur sur moins de 2μ dans sa plus grande largeur.

» *Microsporidia incurvata* du *Daphnia pulex;* à peu près d'égale largeur à ses deux extrémités; souvent très légèrement courbée; 5μ de longueur sur moins de 2μ de largeur; toujours une tache claire au moins. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques Crustacés parasites des Phallusies.* Note de M. **Paul Gourret**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les espèces observées dans la cavité branchiale ou dans le cloaque de *Phallusia mamillata* et *mentula* du golfe de Marseille se rapportent jusqu'à présent à sept espèces.

» 1. *Doropygus* (*Notopterophorus*) *papilio* Hess, var. *massiliensis*. — Les mâles, mesurant à peine 1^{mm} de long, sont fixés par la seconde paire d'antennes sur les derniers anneaux du thorax ou sous l'abdomen des femelles. On en trouve déjà sur les jeunes femelles longues à peine de 2^{mm} et chez lesquelles les segments du péreion ne sont pas encore profondément modifiés. Ces mâles montrent les caractères suivants : céphalon aussi long que les trois premiers anneaux thoraciques mesurés ensemble; œil impair; antennes antérieures composées de neuf articles; antennes postérieures terminées par une griffe simple; rame externe du palpe mandibulaire triarticulée et de longueur semblable à celle de la rame interne; branche interne de la première patte thoracique quadriarticulée. Les femelles, longues de 3^{mm} à 4^{mm}, présentent un céphalon quadrangulaire recouvert en partie par le

premier segment thoracique avec lequel il paraît fusionné, une double griffe à l'extrémité des antennes postérieures, un palpe mandibulaire dont la rame externe est biarticulée et une fourche caudale formée par deux appendices coniques courbes, divergents et terminés chacun par quatre crochets. Quant aux six expansions dorsales, elles sont la première et la sixième impaires, triangulaires et munies de trois lanières, les autres disposées deux à deux et rétrécies à leur sommet qui est bifide. Dans les jeunes femelles qui vont réaliser leur aspect définitif, ces expansions portent chacune une seule lanière oblique et dirigée en haut.

» 2. *Doropygus (Not.) elongatus* Giesbr., var. *maculatus*. Chez la femelle, les lames thoraciques sont parsemées de taches rouge bleuâtre, tandis que le corps est blanc hyalin. L'union intime du céphalon avec le premier segment thoracique, l'absence d'appareil visuel, le nombre des articles des antennes antérieures (huit), la longueur de la griffe terminale des antennes postérieures égalant presque celle du troisième article, la triarticulation des maxilles de la seconde paire, le développement du second article des pattes-mâchoires relativement au troisième article, la longueur de la huitième expansion dorsale dépassant celle de l'abdomen, l'absence de lanières sur celles des expansions qui sont paires, enfin la présence de trois crochets à l'extrémité des appendices caudaux éloignent cette variété de l'espèce type. Les jeunes femelles diffèrent des adultes par la présence d'un œil, la forme particulière et la direction oblique de la tête, l'existence de lanières aux extrémités des diverses expansions, l'irrégularité du pourtour de ces dernières et le volume relativement plus grand des anneaux de l'abdomen.

» 3. *Pinnotheres Marioni*, nov. sp. — Cette espèce, qui s'abrite aussi entre les valves de certains Acéphales, tels que *Cardium paucicostatum*, offre des différences sexuelles sensibles. D'une coloration jaune foncé avec espaces plus clairs, le corps et les membres sont recouverts d'une pubescence serrée. Le mâle présente les caractères suivants : carapace orbiculaire; front saillant et échancré avec trois pointes opposées à trois pointes du cadre buccal; abdomen étroit; rameau interne des antennules quadriarticulé; antennes externes glabres; mandibule quadrangulaire et dépourvue de denticulations; second article du palpe des tétartognathes plus long que le troisième article; palpe de l'hectognathe un peu plus court que les deux premiers articles de la tige; méros de la seconde patte thoracique plus court que le carpe, tandis que le contraire a lieu dans les troisième et quatrième pattes; absence des pattes abdominales, sauf celles de la première

paire. Dans la femelle, le céphalothorax est octogonal, les pointes du front sont opposées à cinq pointes du cadre buccal, l'abdomen très large recouvre les hebdosternites, enfin les pattes abdominales sont au nombre de quatre paires, celles de la cinquième et de la sixième faisant défaut.

» 4. *Pontonia Phallusiæ* Marion (*flavomaculata* Heller, *Diazonæ* Joliet). — Le corps du mâle est plus grêle et plus élancé, les denticulations qui garnissent le bord antérieur de la carapace chez la femelle manquent et à leur place existe de chaque côté du rostre une petite pointe. En outre, l'angle antéro-supérieur du céphalothrorax se prolonge en piquant, ce qui reproduit la particularité de *P. tyrrhena*. Enfin la fourche caudale présente quelques détails propres, par exemple la présence exclusive dans le mâle de deux crochets qui terminent les bords du telson. Les divers appendices sont identiques dans les deux sexes. La troisième patte-mâchoire est remarquable par la réduction du scaphognathite, l'élargissement de l'article basilaire et l'aspect linguiforme de l'article terminal de la branche interne. La pince de la seconde patte thoracique affecte une forme et des dimensions variables suivant le côté. Celle de droite est en général la plus développée. Dans le jeune âge, les deux pinces sont symétriques et semblables.

» 5. *Cryptoniscus*, spec.? (larve). — J'ai pu observer de jeunes larves, longues de $0^{mm},7$ sur $0^{mm},09$ de largeur, appartenant au *G. Cryptoniscus* Müller et se rapportant à une espèce nouvelle. Ces larves ont un corps fusiforme, deux yeux, un abdomen non replié à la face ventrale et les flancs des segments abdominaux prolongés en piquants, au nombre d'une paire pour le premier et le second anneau, de deux paires pour les autres. Leurs antennes inférieures portent deux flagellums dont un très réduit et, caractère intéressant, les gnathopodes ne sont pas organisés en pince et possèdent des dactyles affectant la forme d'un simple crochet.

» 6-7. *Leucothoe spinicarpa* Heller et *Lichomolgus forficula* Thor. — Ces deux parasites ne diffèrent des espèces types que par des modifications morphologiques très secondaires [1]. »

BOTANIQUE. — *Sur l'entrée de l'herbier de* de Lamarck *au Muséum d'Histoire naturelle;* par M. **Ed. Bureau.**

« Les galeries de Botanique du Muséum contenaient déjà, pour l'histoire de la science des végétaux, des documents incomparables. Il nous suffira

(1) Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

de citer les herbiers de Sébastien Vaillant, de Tournefort, l'herbier des de Jussieu, ceux de Bonpland, de Michaux, de Montagne, etc., pour donner l'idée des richesses scientifiques qui, tous les jours, y sont accessibles aux travailleurs. Un seul, parmi les grands herbiers historiques formés dans notre pays, nous manquait : celui de de Lamarck, contenant tous les types de la *Flore française* et du *Synopsis plantarum* de de Lamarck et de Candolle, de la partie botanique de l'*Encyclopédie méthodique* et de l'*Illustration des genres de plantes décrits dans l'Encyclopédie*. J'ai la satisfaction d'annoncer à l'Académie qu'après être resté plus de cinquante ans à l'étranger l'herbier de de Lamarck vient d'entrer au Muséum d'Histoire naturelle.

» Il est assez difficile aujourd'hui de savoir exactement à quelle date cet herbier est sorti de France. De Lamarck, d'après les souvenirs de M. Chevreul, habitait l'appartement occupé autrefois par Buffon et aujourd'hui par M. de Quatrefages, dans la maison qui porte le n° 2 de la rue de Buffon actuelle. C'est là qu'il s'éteignit à l'âge de 85 ans, le 19 décembre 1829. Père de sept enfants, dont quatre vivaient encore, il avait perdu son mince patrimoine dans des spéculations hasardeuses. Depuis plusieurs années, il était aveugle et n'avait plus pour vivre que le modique traitement de sa chaire. Après sa mort, sa famille se trouva dans un véritable dénûment.

» Pour améliorer cette situation, l'assemblée des Professeurs-Administrateurs du Muséum fit tout ce qu'il lui était possible de faire : à l'unanimité, elle demanda au Ministre de l'Intérieur la réversion de la pension de de Lamarck sur la tête de sa fille aînée, et elle désigna la cadette, Mlle Cornélie de Lamarck, pour remplir un emploi devenu vacant dans le laboratoire de Botanique; mais la famille de de Lamarck dut cesser d'habiter le Muséum. Est-ce alors que l'herbier fut vendu ? L'avait-il été du vivant de de Lamarck comme le fut sa collection de coquilles ? C'est ce que nous n'avons pu encore éclaircir. Il est probable que, de Lamarck étant depuis longtemps Professeur de Zoologie, on n'attacha pas à ce moment à son herbier l'importance qu'il a en réalité. C'est ce qui peut expliquer comment on le laissa sortir de France. Cet herbier fut acheté par M. Rœper, professeur de Botanique à l'Université de Rostock (grand-duché de Mecklembourg-Schwerin), qui l'intercala dans le sien. Rœper mourut le 17 mars 1885, à l'âge de 85 ans. J'écrivis aussitôt à ses héritiers pour savoir s'ils consentiraient à disjoindre l'herbier de de Lamarck des autres collections et à le céder à la France; mais j'appris bientôt que l'herbier de Rœper tout entier était acquis par le Gouvernement du Mecklembourg pour l'Institut botanique de Rostock. J'avais donc perdu tout

espoir de voir l'herbier de de Lamarck rentrer jamais dans notre pays, lorsque, le 18 mai 1886, je reçus une lettre de M. le professeur Gœbel, successeur de Rœper à l'Université de Rostock, par laquelle il me faisait savoir que, cette Université ayant besoin de quelques fonds pour l'amélioration de son Jardin botanique, et l'herbier de de Lamarck n'étant pas d'une grande utilité pour un établissement qui ne pouvait prétendre à réunir des collections considérables, il avait proposé à son Gouvernement de séparer de l'herbier général de l'Université cet herbier historique et d'en offrir l'acquisition à quelqu'un des grands musées botaniques de l'Europe. Cette proposition ayant été acceptée, il s'adressait d'abord au Muséum de Paris, pour lequel l'herbier de de Lamarck avait un intérêt particulier. S'il y avait refus de la France, l'offre serait faite à Londres ou à Berlin.

» Je m'empressai de communiquer cette Lettre à M. le Directeur du Muséum, puis, d'après son avis, à M. le Directeur de l'Enseignement supérieur, qui me donna des instructions pour poursuivre l'affaire. A la fin de juillet, tout était conclu. Le Ministère venait largement en aide au Muséum pour un achat qui n'avait pu entrer dans les prévisions ordinaires du budget de notre établissement national. M. Liard avait vu de suite l'importance de l'offre qui était faite à notre pays : c'est à sa clairvoyance et à sa décision que le succès des négociations est dû; les botanistes devront lui en être vivement reconnaissants.

» Il restait à achever l'extraction de l'herbier de de Lamarck, intercalé, comme je l'ai dit, dans l'herbier de Rœper. Ce travail de séparation n'a pas demandé moins de cinq mois. Aujourd'hui l'herbier de de Lamarck est au Muséum. Il a fallu, pour le contenir pendant le voyage, vingt et une caisses volumineuses. Le nombre des espèces dépasse 10000. La conservation des échantillons est parfaite. Non seulement les étiquettes sont de la main de de Lamarck, mais les descriptions manuscrites et les dessins de l'éminent naturaliste y sont nombreux. Il est évident, d'après les dates relevées, que de Lamarck s'est occupé de son herbier et l'a tenu au courant jusqu'au moment où il a perdu la vue. Il est évident aussi que l'herbier a servi même aux continuateurs de l'*Encyclopédie :* on y trouve des Notes manuscrites de Poiret et des indications de la main de de Lamarck destinées à ses collaborateurs. Les types décrits dans le *Dictionnaire de Botanique* de l'*Encyclopédie* sont signalés par l'abréviation *Dict.*, ceux figurés dans l'*Illustration,* par l'abréviation *Ill.*, et ces indications sont de l'écriture de

de Lamarck, ce qui donne aux échantillons types une authenticité indiscutable.

» L'herbier, outre les types des publications de de Lamarck, renferme ceux des Ouvrages de divers botanistes : nous pouvons citer, par exemple, les types de l'*Enumeratio plantarum* de Vahl et de la monographie des *Juncus* de Buchenau.

» Beaucoup de plantes proviennent de collecteurs dont il n'y avait à peu près rien, ou même absolument rien dans les herbiers du Muséum. Telles sont, pour la flore française, les plantes des environs du Mans, de Desportes; celles des Cévennes, de Degland; celles du Dauphiné, de Liottard neveu; celles du Languedoc et de la Provence, de Dom Fourmault, etc.; pour les flores étrangères, les récoltes, au complet probablement, de Patrin, le plus ancien botaniste qui herborisa en Sibérie; l'herbier fait par Roussillon, au Sénégal, en 1791; puis des plantes recueillies en Espagne par Cavanille et par Roux, de Genève; dans l'Inde, à Marie-Galande, au cap de Bonne-Espérance, etc., par Sonnerat; en Égypte, par Delile et Savigny; à Cayenne, par Richard et par Leblond; dans la Caroline, par Fraser et par Bosc; au Brésil, par Sellow; à Porto-Rico et à Saint-Thomas, par Le Dru; sur la côte de Barbarie, par Poiret, etc., etc. En somme, depuis le don de l'herbier des de Jussieu, fait à l'État par la famille de ces illustres botanistes, l'herbier de de Lamark est la collection la plus importante, comme valeur scientifique, qui soit entrée dans les galeries de Botanique du Muséum d'Histoire naturelle. Son acquisition est un événement heureux et inespéré qui nous a semblé devoir être porté tout d'abord à la connaissance de l'Académie. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le genre* Plesiadapis, *mammifère fossile de l'éocène inférieur des environs de Reims*. Note de M. **Lemoine**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le nom générique de *Plesiadapis* a été créé par Paul Gervais pour deux dents recueillies dans les couches éocènes inférieures des environs de Reims et que je lui avais communiquées. L'une de ces dents rappelle la conformation des molaires de l'*Adapis;* de là est venu le nom de *Plesiadapis*.

» J'ai réuni une série assez considérable de pièces qui pourront contribuer à établir les caractères et les affinités du nouveau genre rémois.

» C'est tout d'abord la plus grande partie d'une boîte cranienne indiquant une tête aplatie, plus large et moins longue que celle du *Pleuraspidotherium* et de l'*Orthaspidotherium*. La crête arrondie qui surmonte l'occipital est fort développée et contraste avec le peu de saillie de la crête interpariétale. L'empreinte cérébrale se trouve bien conservée et indique l'égalité relative et l'indépendance des trois parties constituantes de l'encéphale : cerveau antérieur, cerveau moyen, cerveau postérieur ou cervelet. La surface du cerveau proprement dit du *Plesiadapis* paraît avoir été moins lisse que chez le *Pleuraspidotherium*.

» Deux autres fragments fournissent des indications sur la base du crâne et sur la constitution de l'oreille tant interne qu'externe, celle-ci largement ouverte au dehors. Une série de maxillaires supérieurs montre que cette partie de la face était large, courte et déprimée. La voûte palatine n'offre que de très légers pertuis; les molaires, en série continue, sont au nombre de cinq : trois arrière-molaires, présentant un tubercule interne et deux tubercules externes; deux prémolaires à couronne fort étroite, consistant essentiellement en un tubercule interne et un tubercule externe. Notons que la dernière prémolaire présente, en outre, un tubercule médian rudimentaire. Des cinq molaires supérieures, la plus considérable est la quatrième, dont parfois le tubercule interne tend à se dédoubler. Les incisives sont au nombre de deux, l'antérieure remarquable par son volume et sa disposition tricuspidée. Une petite canine, trouvée isolément, venait peut-être se fixer immédiatement en arrière des incisives. Une série de maxillaires inférieurs fait connaître les vastes dimensions de la partie postérieure de la mâchoire, destinée aux insertions musculaires, et notamment de l'apophyse coronoïde. L'angle postéro-inférieur de cette partie du maxillaire fait une saillie un peu inclinée en dedans. Les molaires inférieures sont au nombre de cinq en série continue. La dernière arrière-molaire, de beaucoup la plus considérable, est remarquable par sa profonde cupule postérieure. Cette cupule se réduit de plus en plus sur les deux autres arrière-molaires. Les prémolaires, fort réduites dans leur diamètre antéro-postérieur, consistent en un promontoire unique, suivi d'un très petit talon. Une large barre sépare les molaires d'une incisive, unique de chaque côté, longue, proclive, à couronne unicuspidée, suivie d'un léger talon. Un maxillaire inférieur nous donne de précieux renseignements sur le mode de renouvellement des dents. Nous pouvons effectivement y constater une incisive non encore sortie, une première prémolaire entre les racines de laquelle se trouve la couronne de la dent qui doit la rem-

placer; la deuxième prémolaire est déjà tombée et, dans l'intérieur de son alvéole, se rencontre la prémolaire de remplacement. Les deux premières arrière-molaires sont déjà complètement sorties. Le *Plesiadapis* avait donc trois dents de remplacement pour l'incisive et les deux prémolaires.

» Le genre *Plesiadapis* étant commun à la faune cernaysienne et à la faune des sables à Térédines, la détermination des os des membres a été relativement facile. Les os du squelette ont leurs parois très minces. Les vertèbres caudales sont allongées comme chez les Lémuriens. L'humérus est remarquable par le large canal de son condyle interne. L'apophyse olécranienne du cubitus est fort courte. La tête radiale paraît avoir été susceptible de mouvements de rotation. Le fémur présente trois trochanters. Le tibia, relativement grêle, était recourbé. L'astragale a un développement tout spécial à sa partie antérieure. Les phalanges digitales, longues et fortes, sont caractérisées par des saillies latérales destinées aux insertions des muscles. Une phalange onguéale, trouvée isolément, a une forme aplatie et ovalaire à son extrémité distale. L'ensemble de ces caractères semble bien indiquer pour le *Plesiadapis* des caractères lémuriens avec un facies marsupial.

» Le *Plesiadapis* de la faune cernaysienne se distingue essentiellement par le développement des trois pointes de l'incisive supérieure, dont deux s'atténuent singulièrement chez les *Plesiadapis* de la faune des sables à Térédines. Il y aurait donc un type de *Plesiadapis* à incisives nettement tricuspidées et un autre type à incisives subunicuspidées. Le type tricuspidé présente des différences telles dans la taille générale des individus, dans la conformation des molaires et les proportions du corps de la mâchoire, qu'il ne semble guère possible de ne pas admettre au moins deux espèces différentes. Je crois donc devoir proposer la division suivante pour le groupe des Plésiadapidés.

» Genre Plesiadapis (Gervais). — A. *Sous-genre tricuspidens*, renfermant deux espèces. Le *Plesiadapis remensis* (Nob.) est caractérisé par sa petite taille à l'état adulte, l'étroitesse de la branche de la mâchoire ainsi que de l'apophyse coronoïde, relativement droite. Ses molaires sont remarquables par les stries et les fines ponctuations de l'émail, ainsi que par une cohérence moindre des parties constituant les denticules. Le denticule externe des prémolaires supérieures tend à se subdiviser; il en est de même pour le promontoire des prémolaires inférieures.

» Le *Plesiadapis Gervaisii* (Nob.) pouvait atteindre une taille double. Il se distingue par ses molaires à surface lisse et à denticules bien cohérents

et par le développement spécial de la branche de la mâchoire et de l'apophyse coronoïde à inclinaison prononcée.

» B. *Sous-genre subunicuspidens*. — Il ne contient jusqu'ici qu'une espèce, le *Plesiadapis Daubrei* (Nob.), bien caractérisé par la conformation simplifiée de ses incisives. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *La giovanite, nouvelle roche cosmique.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« A l'époque où fut imprimé, pour la dernière fois, le *Guide dans la collection de météorites du Muséum,* nous ne possédions que de très petits spécimens de la pierre tombée le 16 juin 1794 à San Giovani d'Asso, près de Siène, en Italie. Leurs caractères physiques et leur composition les rangeaient dans le type lithologique dit *limerickite,* avec les météorites de Tabor, Bohême (3 juillet 1753); Weston, Connecticut (14 décembre 1807); Limerick, Irlande (10 septembre 1813); Grünberg, Silésie (22 mars 1841); Werchne-Tschirkaja-Stanitza, Russie (12 novembre 1843); Ohaba, Transylvanie (10 octobre 1857), et Tennasilm, Esthonie (28 juin 1872).

» Depuis lors, acquisition a été faite d'un échantillon beaucoup plus volumineux, et son étude fait ressortir cette notion très importante que la roche de Siène, au lieu d'être homogène comme paraissent les masses du groupe de Limerick, est réellement un agrégat de fragments rocheux, cimentés par une pâte générale, ou, pour employer la terminologie lithologique, une *brèche*.

» La portion fondamentale est bien, comme on l'avait vu, la roche d'un gris cendré bleuâtre dite limerickite; mais elle est répartie en blocs plus ou moins anguleux dans une substance d'un gris très clair, ayant les analogies les plus évidentes avec certaines variétés de lucéite.

» On trouve dans la collection du Muséum une brèche cosmique résultant précisément du mélange de la limerickite et de la lucéite : c'est la mesminite, représentée déjà par plusieurs chutes distinctes. Mais il se trouve que les relations mutuelles des éléments y sont précisément inverses, puisque c'est la limerickite, roche grise, qui cimente des éclats blancs de lucéite; de sorte que la mesminite et la *giovanite,* comme il convient de désigner maintenant la substance de la météorite de Siène, sont l'une à l'autre à peu près dans le même rapport qu'un trass à fragments de basalte,

comme il en est à Murat-le-Quaire, vis-à-vis d'un pépérino à débris de trachyte, comme en présentent les escarpements de Gergovia.

» J'ai soumis la giovanite, exclusivement représentée jusqu'ici par la météorite de Siène, à des essais chimiques et à un examen microscopique d'où ressort l'identification de ses deux parties constituantes avec les roches élémentaires précédemment nommées, et je tire occasion des résultats obtenus pour insister sur la difficulté dont s'entourent fréquemment les déterminations lithologiques relatives aux météorites. Celles-ci, en effet, ne sont pas souvent de grandes dimensions et, comme les brèches polygéniques ne sont pas rares parmi elles, il y a des chances pour que des échantillons divers d'une même chute ne soient pas absolument identiques entre eux. C'est ainsi, pour mentionner des exemples tout à fait éloquents, que la belle brèche de Deesa de notre collection nationale est représentée à Vienne par un fer sans mélange d'éléments lithoïdes; à l'inverse, on décrit à Vienne comme sidérolithe la masse de Bitburg, représentée à Paris par un bloc de fer d'apparence continue. On trouvera dans ces remarques l'explication de nombreuses divergences entre les lithologistes qui s'occupent des roches cosmiques : en réalité, et sans qu'ils s'en doutent, ils traitent d'objets non identiques entre eux.

Quoi qu'il en soit, on me permettra d'ajouter que des masses comme celle de Siène confirment de nouveau la notion d'une communauté d'origine pour divers types de roches météoritiques et celle de l'exercice, dans le milieu commun d'où elles dérivent, d'actions géologiques proprement dites. L'assimilation qu'on a cherché à établir entre les météorites et les étoiles filantes, c'est-à-dire les comètes, ne peut tenir devant des faits de ce genre, maintenant très nombreux. Quant à l'argument principal sur lequel on s'est fondé : la présence dans les roches cosmiques de gaz retenus par occlusion, dont la composition est celle de l'atmosphère des comètes, il ne saurait avoir la portée qu'on lui a donnée et témoigne seulement de l'unité de composition chimique des diverses parties du système solaire. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Dégénérescence du vaccin : preuve expérimentale; moyen d'empêcher l'atténuation de ce virus.* Note de M. **P. Pourquier**. (Extrait.)

« Depuis longtemps on a observé, chez l'homme, l'évolution simultanée et parallèle, sur le même individu, du virus varioleux et du virus

vaccinal : les deux virus conservent chacun leur allure propre, chacun évolue comme s'il était seul, chacun garde ses propriétés au point que, l'un étant inoculé, il se reproduit sans que l'autre intervienne d'aucune façon.

» Cette évolution parallèle et indépendante des deux virus prouve leur individualité. Or, ce qui est vrai pour la vaccine et la variole chez l'homme est également vrai pour les diverses atténuations du virus vaccinal; mais seulement lorsque ces atténuations ont pris un caractère de fixité par leur passage seccessif sur différents sujets. Un sujet (humain, bovin, équin) qui possède le summum de l'aptitude vaccinogène, inoculé en même temps, avec des virus possédant chacun un degré d'atténuation, donne des pustules dont l'ampleur et la durée seront en rapport avec l'énergie de chaque virus employé. Ce n'est pas tout, les pustules obtenues marcheront côte à côte, sans se confondre avec leurs caractères particuliers, et le virus inoculé à d'autres sujets produira une vaccine atténuée ou légitime suivant la pustule dans laquelle on aura puisé le virus.

» Ainsi, sur un même terrain, un virus atténué et le virus type évoluent parallèlement, gardant leurs caractères propres. Pour nous, il nous paraît que dans ce fait réside la preuve que le virus atténué l'est bien réellement, et que l'atténuation observée a pris une individualité propre.

» Il importe donc, dans ces recherches, d'annuler la question de terrain. Pour celà, on doit prendre un sujet bon vaccinifère; celui-ci se reconnaît à ce qu'il reproduit, intégralement, de belles pustules typiques inoculées. Ce sujet étant trouvé, si l'on inocule du virus type et un virus atténué, les deux virus évoluent séparément et l'examen comparatif des deux ordres de pustules permet d'apprécier le degré d'atténuation du second virus. Au contraire, si l'atténuation n'est qu'apparente, n'a pas de fixité, ce second virus porté sur le sujet bon vaccinifère reproduit des pustules types. »

VITICULTURE. — *Le cuivre dans les vins provenant de vignes traitées par le sulfate de cuivre.* Note de M. A. **Andouard**, présentée par M. Berthelot.

« Le vignoble de la Loire-Inférieure a été gravement éprouvé par le mildew, en 1886. La bouillie bordelaise est le principal agent dont on ait fait usage pour combattre le parasite. Quelques viticulteurs ont cependant eu recours à la solution de sulfate de cuivre seul et au mélange pulvérulent de ce sulfate avec de la chaux éteinte. Une seule application a été faite en général; par exception, elle a été réitérée dans deux ou trois clos seulement.

» A la suite de ces traitements, l'opinion publique, surexcitée par des personnes intéressées, se préoccupait vivement de la présence du cuivre à dose nuisible dans la vendange et, par suite, dans le vin, malgré les résultats analytiques rassurants déjà publiés sur ce point par MM. Müntz, Gayon et Millardet, Carles, etc.

» Pour dissiper l'inquiétude manifestée, en même temps que pour répondre au désir exprimé par M. le Ministre de l'Agriculture, j'ai dosé le cuivre contenu dans les produits de notre dernière récolte. Les analyses ont été faites par la méthode électrolytique indiquée par M. A. Riche. Elles ont compris sept moûts et trente vins blancs et rouges pressés dans le département de la Loire-Inférieure. Les proportions de cuivre trouvées sont indiquées en *milligrammes* et rapportés au *litre* dans le Tableau ci-après :

Traitements.	Moûts.	Vins blancs.	Vins rouges.
Bouillie bordelaise	1,40	0,40	0,00
Id.	2,60	0,00	0,06
Id.	2,10	0,80	0,08
Id.	1,20	0,50	»
Id.	2,00	1,00	»
Id.	»	0,09	»
Id.	»	0,08	»
Id.	»	0,30	»
Id.	»	0,65	»
Id.	»	0,25	»
Id.	»	0,40	»
Id.	»	0,00	»
Id.	»	0,30	»
Id.	»	0,60	»
Id.	»	0,20	»
Id.	»	1,30	»
Id.	»	0,75	»
Id.	»	0,45	»
Id.	»	0,25	»
Id.	»	0,00	»
Id.	»	0,00	»
Solution de sulfate de cuivre à 5 pour 100	0,95	0,10	0,10
	0,70	0,05	»
	»	0,20	»
Mélange pulvérulent de chaux et de sulfate de cuivre	»	0,55	»
	»	1,20	»

» Ces chiffres sont en complète harmonie avec ceux qui ont été antérieu-

rement donnés. Ils prouvent à l'évidence que le cuivre n'est pas à redouter dans les vins fabriqués avec des raisins préservés du mildew par des aspersions de liquides cuivriques. »

M. F. Privat adresse une Note intitulée : « Méthode pour rendre très convergente, dans le cas d'irréductibilité, la série qui représente la racine de l'équation du troisième degré ».

M. Assche adresse un Mémoire sur une nouvelle classification des éléments chimiques.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie, par l'organe de M. *de Quatrefages*, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante par suite du décès de M. *Charles Robin :*

En première ligne	M. **Dareste.**
En deuxième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Filhol.** M. **Edm. Perrier.** M. **Ranvier.**
En troisième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*	M. **Fischer.** M. **Pouchet.** M. **Vaillant.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JANVIER 1887.

Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1885, publié par la Direction générale des Douanes. Paris, Imprimerie nationale, 1886; gr. in-4°.

Étude clinique de la fièvre et des antipyrétiques nouveaux dans les maladies des enfants; par le Dr Albert Monteuuis. Paris, G. Steinheil, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Barbier.)

Histoire des Grecs; par Victor Duruy; 35e livraison. Paris, Hachette et Cie, 1886; in-8°.

Mémoires sur les montagnes cratériformes de la planète Vénus, observées en 1884; *par* dom Lamey. Bruxelles, F. Hayez, 1886; br. in-8°.

De la loi des variations des pentes superficielles des cours d'eau avec application au Nil, pour trouver la retenue aux barrages et le remous au nilomètre; par Joseph Latif Bey Manoug; br. manuscrite in-4°.

Nova Acta Academiæ cæsareæ leopoldino-carolinæ germanicæ naturæ curiosorum; Vol. XLVII et XLVIII. Halle, 1885-1886; in-4°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; tomo XIX. Roma, 1886.

Atlante della Marina militare italiana; dal cav. Prof. Francesco Corazzini. Torino, Roma, Livorno, 1886. Fasc. III-IV; in-f°.

Carte géologique générale de la Russie d'Europe; feuille 139. — *Description orographique; par* A. Karpinsky et Th. Tchernycheff, avec 4 Planches. — *Hauteurs absolues de l'Oural méridional,* calculées par Al. de Tillo. — *Explication de la Carte; par* A. Karpinsky et Th. Tchernycheff.

ERRATA.

(Séance du 10 janvier 1887.)

Page 133, ligne 8, *au lieu de* Miller-Casella, *lisez* Negretti et Zambra.
Même page, ligne 16, *au lieu de* cap Finistère, *lisez* cap Finisterre.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JANVIER 1887.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THÉRAPEUTIQUE. — *Nouvelle statistique des personnes qui ont été traitées à l'Institut Pasteur, après avoir été mordues par des animaux enragés ou suspects.* Note de M. **Vulpian.**

« M. Pasteur, dans la séance du 2 novembre 1886, nous a communiqué le relevé des personnes traitées par sa méthode préventive pendant l'année qui s'est écoulée depuis le 26 octobre 1885 jusqu'au 31 octobre 1886 (¹).

» Je rappelle quelques-uns des chiffres de cette statistique. Pendant les douze mois dont il s'agit, 2490 personnes mordues par des animaux enragés ou suspects sont venues se faire traiter au laboratoire de M. Pasteur. Sur ce nombre, on compte 1726 habitants de la France ou de l'Algérie.

(¹) Louis Pasteur, *Nouvelle Communication sur la rage* (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 777 et suiv.).

Le traitement n'a été inefficace que sur 10 de ces 1726 personnes, ou sur 12, si l'on veut y comprendre Louise Pelletier et Moermann, qui sont arrivés au laboratoire trop tardivement (Louise Pelletier, 36 jours, Moermann, 43 jours après leurs morsures). Il n'y a donc eu qu'un cas de mort sur 172 ou sur 143 traités (suivant que l'on prend, comme base du calcul proportionnel, le nombre 10 ou le nombre 12).

» M. Pasteur a consigné, dans cette même Communication, les premiers résultats de la méthode modifiée, qu'il nomme *méthode intensive* et qu'il a employée pour le traitement des cas les plus graves (morsures par loup enragé; morsures de la face et de la tête par animaux enragés). Ces résultats sont bien remarquables, puisque les seize Russes mordus par un loup enragé et traités par cette méthode ont tous survécu; puisque, d'autre part, les dix enfants qui avaient été mordus à la face ou à la tête par des chiens enragés, et qui avaient été traités de la même manière, ont tous guéri.

» Aujourd'hui je viens, au nom de M. Pasteur, donner connaissance de la statistique générale et complète des personnes mordues par des animaux enragés ou suspects qui ont subi le traitement préventif dans son laboratoire. Voici cette statistique : elle comprend toutes les personnes traitées depuis le mois d'octobre 1885 jusqu'au 31 décembre 1886. (*Voir* page 202.)

» Je me bornerai à présenter quelques remarques destinées à mettre en lumière la signification des nombres contenus dans cette statistique.

» La confiance qu'a inspirée le traitement créé par M. Pasteur est prouvée par le nombre si considérable des personnes mordues qui sont venues recourir aux inoculations préventives dans le laboratoire de la rue d'Ulm pendant les quatorze mois que vise cette statistique : 2682, en y comprenant les étrangers; 1929, en ne considérant que les personnes françaises et algériennes.

» Le traitement préventif de la rage après morsure a sauvé un grand nombre de personnes qui seraient mortes sans ce traitement. On voit, dans la statistique que je viens de lire à l'Académie, que, sur 2682 personnes françaises et étrangères qui sont venues se faire traiter à l'Institut Pasteur, la mortalité a été de 1 et 0,15 pour 100; que sur les 1929 personnes françaises et algériennes traitées, il y a eu une mortalité de 0,93 pour 100. Je pourrais me servir de ces chiffres pour faire apprécier les bienfaits de la méthode; mais, comme les totaux dont je viens de parler comprennent à la fois les personnes mordues par des animaux reconnus

enragés et celles qui ont été mordues par des animaux suspects de la rage, je veux me borner aux nombres qui ont trait au premier groupe de mordus, c'est-à-dire à ceux qui ont été mordus par des animaux dont la rage a été reconnue, soit expérimentalement (inoculation de leur bulbe à des lapins ou à des chiens), soit par des observations vétérinaires.

» Le nombre des personnes françaises et étrangères, traitées par la méthode Pasteur et qui font partie de ce groupe, est de 2164; le nombre de morts a été de 29, c'est-à-dire 1 et 34 centièmes pour 100. Le nombre des personnes françaises et algériennes, traitées par la méthode Pasteur et qui figurent dans le même groupe (morsures par chiens reconnus enragés), a été de 1538; mortalité, 16, c'est-à-dire 1 et 4 centièmes pour 100.

» Or, la statistique la plus faible de la mortalité de la rage (statistique de M. Leblanc) établit qu'il y a 16 morts sur 100 cas de morsures par des chiens enragés. Si l'on prend cette statistique pour point de départ, un calcul bien simple démontre que, sur les 2164 Français ou étrangers traités par la méthode Pasteur, après avoir été mordus par des animaux incontestablement enragés, il y aurait eu 346 morts sans ce traitement, au lieu de 29; de même, on peut se convaincre, par la même sorte de calcul, que, sur les 1538 personnes françaises et algériennes mordues aussi par des animaux réellement atteints de rage, il y aurait eu, si la méthode Pasteur n'était pas intervenue, 246 morts au lieu de 16.

» Ainsi, en n'envisageant que les personnes françaises et algériennes traitées à l'Institut Pasteur, et en défalquant du nombre 246 les 16 cas terminés par la mort, on arrive à cette conséquence indiscutable : 230 personnes de la France et de l'Algérie ont été préservées de la mort par la méthode Pasteur, pendant la période de temps qui s'est écoulée de la fin du mois d'octobre 1885 à la fin du mois de décembre 1886 : en d'autres termes, 230 personnes doivent la vie à M. Pasteur. N'est-ce pas là un succès inespéré !

» Mais, pour bien juger de la valeur de la méthode de notre Confrère, il importe d'examiner les résultats qu'elle a donnés, lorsqu'elle a été appliquée au traitement des cas les plus périlleux, de ceux qui entraînent la plus forte mortalité : je veux parler des cas de morsures par des loups enragés et des cas de morsures d'animaux enragés, faites à la tête ou à la face.

» Voyons d'abord ce qui concerne les morsures des loups enragés. 48 personnes mordues par des loups enragés ont été traitées à l'Institut Pasteur; il y a eu 7 morts : en tout, une mortalité de 14 environ pour 100.

STATISTIQUE GÉNÉRALE

DES PERSONNES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES TRAITÉES A L'INSTITUT PASTEUR

JUSQU'AU 31 DÉCEMBRE 1886.

Personnes mordues et traitées	2682
Morts	31
Mortalité	1,15 pour 100

Personnes mordues par des animaux dont la rage a été reconnue expérimentalement ou par observations vétérinaires. (Tableaux A et B.)

Personnes mordues	2164
Morts	29
Mortalité	1,34 pour 100

Tableau A. — 1° *Personnes mordues par des animaux dont la rage a été reconnue par le résultat de l'inoculation expérimentale du bulbe ou par le développement de la rage chez des personnes et des animaux mordus en même temps.*

Personnes mordues	233
Morts	4
Mortalité	1,71 pour 100

En défalquant du nombre 4 le cas de Moermann, traité seulement 43 jours après ses morsures, le percentage de la mortalité devient 1,28 pour 100, comme dans le Tableau B.

Tableau B. — 2° *Personnes mordues par des animaux dont la rage a été reconnue à l'autopsie faite par un vétérinaire ou par les symptômes présentés par l'animal.*

Personnes mordues	1931
Morts	25
Mortalité	1,28 pour 100

Personnes mordues par des animaux suspects de rage. (Tableau C.)

Personnes mordues	518
Morts	2
Mortalité	0,38 pour 100

Statistique des personnes françaises et algériennes traitées à l'Institut Pasteur jusqu'au 31 décembre 1886.

Personnes mordues et traitées	1929
Morts	18
Mortalité	0,93 pour 100

1° *Personnes mordues par des animaux dont la rage a été reconnue expérimentalement, ou par des observations vétérinaires* (Tableaux A et B) :

Personnes mordues	1538
Morts	16
Mortalité	1,04 pour 100

2° *Personnes mordues par des animaux suspects de rage* (Tableau C) :

Personnes mordues	391
Morts	2
Mortalité	0,51 pour 100

Statistique des morsures à la tête et au visage.

Personnes françaises et étrangères mordues et traitées : 214.

Morts	10
Mortalité	4,66 pour 100

1° *Personnes mordues par des animaux dont la rage a été reconnue expérimentalement, ou par des observations vétérinaires* (Tableaux A et B) :

Personnes mordues	186
Morts	9
Mortalité	4,83 pour 100

2° *Personnes mordues par des animaux suspects de rage* (Tableau C) :

Personnes mordues	28
Morts	1
Mortalité	3,57 pour 100

Comparaison des traitements simple et intensif.

MORSURES A LA TÊTE OU AU VISAGE.

Personnes mordues par des animaux reconnus enragés expérimentalement ou par des observations vétérinaires (Tableaux A et B).

Personnes françaises et étrangères mordues et traitées : 186.

Traitement simple	136
Morts	9
Mortalité	6,61 pour 100
Traitement intensif	50
Morts	0
Mortalité	0

Statistique des personnes mordues par des loups enragés.

Personnes mordues	48
Morts	7
Mortalité	14 pour 100

Trois des personnes mortes ont été prises de rage pendant le traitement. Elles sont maintenues dans la statistique et comptent dans le percentage de la mortalité.

Les statistiques établissent que la mortalité, pour les cas de morsures par loups enragés, est 60 à 80 pour 100. On voit combien le traitement, même dans des cas de cette sorte, a été efficace. J'ajoute que, comme le Tableau l'indique, trois des personnes traitées ont été prises de rage *pendant le traitement* et ne devraient pas être regardées comme mortes *malgré le traitement*, ce qui réduirait le chiffre de la mortalité à environ 8 pour 100, au lieu de 60 à 80 pour 100.

» Quant aux faits de morsures à la tête ou à la face, ils sont tout aussi probants. Le nombre des personnes traitées, après avoir été mordues à la tête ou à la face par des animaux dont la rage a été reconnue, est de 186. 9 de ces personnes sont mortes, ce qui fait une mortalité de 4 et 83 centièmes pour 100. Les statistiques publiées avant les recherches de M. Pasteur constatent que, dans les cas de cette sorte, il y a la mortalité effrayante de 88 pour 100. Ainsi, le traitement de M. Pasteur a réduit la mortalité de ces morsures de 88 pour 100 à 5 pour 100 (en nombre rond). Dans ce groupe de 186 personnes, traitées par la méthode de M. Pasteur, il y aurait donc eu 163 personnes qui seraient mortes sans ce traitement. En défalquant de ce nombre les 9 cas de morts, on reconnaît que 154 personnes de ce groupe ont été sauvées par le traitement de M. Pasteur.

» Enfin, nous devons dire un mot du traitement par la méthode intensive, à l'aide de laquelle M. Pasteur traite, depuis quelques mois, les morsures les plus graves et qu'il a eu surtout l'occasion d'appliquer, dans ces derniers temps, au traitement des morsures de la tête et de la face par des animaux reconnus enragés. M. Pasteur, avant d'imaginer cette méthode, avait traité les cas de ce genre par sa méthode primitive. Sur les 136 cas traités de cette façon, il y avait eu 9 morts, c'est-à-dire une mortalité de 6 et 0,61 pour 100, à peu près 7 pour 100 (il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agit des cas dans lesquels la mortalité, avant ce traitement, était de 88 pour 100). Depuis qu'il met en pratique le traitement intensif, il a soumis à ce traitement 50 personnes mordues à la tête ou à la face par des chiens reconnus enragés et aucune d'elles n'a été atteinte de la rage. Si elles n'avaient pas été traitées au laboratoire de M. Pasteur, sur ces 50 personnes, d'après la statistique que je viens de rappeler, il y aurait eu certainement de 40 à 44 cas de rage, terminés par la mort. — 50 personnes traitées, pas un seul cas de mort! N'est-ce point admirable!

» Ces merveilleux résultats ont été obtenus sans qu'il y ait jamais eu d'accidents imputables au traitement de la rage après morsure. Toutes les personnes mordues par des animaux enragés peuvent donc venir en pleine

sécurité à l'Institut Pasteur. Elles ne courent aucun risque; le traitement n'a même jamais produit de lésions locales dans les points où se pratiquent les inoculations.

» Quant à l'efficacité de la méthode, les nombres relatés dans la nouvelle statistique de M. Pasteur la proclament éloquemment.

» Aussi, je ne crains pas de répéter ce que je disais à l'Académie dans une occasion récente. La découverte du traitement préventif de la rage après morsure, due entièrement au génie expérimental de M. Pasteur, est une des plus belles découvertes qui aient jamais été faites, soit au point de vue scientifique, soit au point de vue humanitaire! »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la fixation directe de l'azote gazeux de l'atmosphère par les terres végétales.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. Je demande à l'Académie la permission de lui exposer mes expériences, faites en 1886 à la station de Chimie végétale de Meudon.

» Dans de longues séries d'expériences, poursuivies pendant trois ans, j'ai établi précédemment que les sols et sables argileux absorbent directement l'azote gazeux de l'atmosphère, et que cet azote entre ainsi dans la constitution de certains organismes microscopiques, par l'intermédiaire desquels semble s'effectuer la fixation de l'azote. Elle a lieu au voisinage d'un sol gazonné, aussi bien que dans une chambre isolée de la végétation; à l'air libre, aussi bien que dans des flacons fermés à l'émeri.

» La série des expériences réalisées dans cette dernière condition, c'est-à-dire dans une atmosphère confinée, est particulièrement décisive; car elle exclut jusqu'à la possibilité même de l'intervention lente des composés azotés, existant en petite quantité au sein de l'atmosphère illimitée. Des dosages comparatifs de l'ammoniaque atmosphérique ont établi en outre que celle-ci est à dose trop faible pour jouer, même à l'air libre, un rôle essentiel dans la fixation de l'azote. Mais les expériences faites en vase clos excluent absolument une telle intervention.

» 2. Ces résultats s'appliquent au phénomène pris dès ses origines, c'est-à-dire à des sables presque exempts d'azote et de matière organique. J'ai pensé qu'il convenait de rechercher dans quelle mesure ils sont applicables aux terres végétales elles-mêmes, et spécialement aux terres formées par l'action de la végétation sur les sols et sables argileux, em-

ployés dans les expériences précédentes, une fois que ces sables ont été extraits des profondeurs et amenés à la surface. L'étude est d'autant plus intéressante que la fixation de l'azote en vase clos, par un tel sol, ne saurait être indéfinie, étant corrélative de l'accroissement des êtres vivants qui accumulent l'azote dans leurs tissus. En effet, les principes immédiats constitutifs de ces êtres renferment une dose de carbone limitée et qui ne saurait s'accroître dans un flacon fermé à l'émeri. Les mêmes sols, transformés en terres végétales proprement dites, c'est-à-dire enrichis par les débris de plusieurs générations de plantes développées à l'air libre, conservent-ils la faculté d'absorber l'azote gazeux? Telle est la question que je me suis proposé d'examiner.

» 3. J'ai opéré dans les conditions suivantes : chacune des expériences a été faite sur une masse de terre pesant environ 50^{kg}, séchée à l'air, ameublie, débarrassée des cailloux et des débris apparents des végétations antérieures, enfin rendue homogène autant que possible. On l'a introduite dans une série de grands pots en grès verni, à large surface (1500^{cq}), fabriqués exprès, percés à la partie inférieure d'un certain nombre de trous destinés au drainage des eaux pluviales : le pot était placé sur un plat de même diamètre, d'où les eaux amenées par la pluie s'écoulaient, après avoir traversé la terre, par un tube qui les conduisait dans un flacon disposé au-dessous. On les enlevait à mesure, pour les analyser aussitôt. De temps à autre, et particulièrement au commencement et à la fin de l'expérience, on prélevait une tranche verticale, comprenant toute l'épaisseur de la terre, de la surface au fond du pot, et pesant 2^{kg} à 3^{kg}; elle était destinée à doser l'azote, les nitrates, etc. Les études ont été suivies pendant une saison entière, du mois de mai au mois de novembre 1886. On a récolté simultanément et d'une façon directe, à l'aide d'un udomètre placé à côté des pots et de surface connue, les eaux pluviales, lesquelles étaient analysées de suite, au fur et à mesure. Enfin l'ammoniaque gazeuse atmosphérique a été recueillie à l'air libre, comparativement, au voisinage et dans la même prairie, à la même distance du sol, dans de petites capsules renfermant de l'acide sulfurique étendu; on prenait soin de les recouvrir, chaque fois qu'il tombait de la pluie. Les quantités d'ammoniaque gazeuse ainsi récoltées, dans un endroit où l'air est très pur et sans cesse balayé par le vent, sont beaucoup plus faibles que dans Paris ou dans son voisinage immédiat. Les résultats observés sont d'ailleurs un maximum, la terre émettant en fait l'ammoniaque sur certains points, comme je l'ai constaté, tandis

qu'elle en absorbe sur d'autres, à dose plus forte à la vérité, et cette absorption même, telle qu'elle peut être opérée par la terre, étant assurément moins active que par l'acide sulfurique.

» 4. Voici la liste de toutes les expériences; les six premières ont été faites sur un même échantillon de terre.

» Pot n° 1. — Terre n'ayant subi aucun lavage ou traitement préliminaire, exposée à l'air libre et à la pluie, ne portant aucune végétation.

» Pot n° 5. — Terre lavée jusqu'à épuisement des nitrates initials. — Sans végétation. — Exposée à l'air libre et à la pluie.

» Pot n° 3. — Terre lavée, etc. — Sans végétation. Conservée sous un hangar ouvert, mais à l'abri de la pluie.

» Pot n° 6. — Terre n'ayant subi aucun traitement, exposée à l'air libre et à la pluie; on y a fait développer des pieds d'Amarante. Nous l'examinerons aujourd'hui uniquement au point de vue de la fixation de l'azote, nous réservant d'y revenir à d'autres points de vue.

» Pot n° 2. — Terre lavée, etc.; exposée à l'air libre et à la pluie. On y a fait développer des pieds d'Amarante.

» Pot n° 4. — Mêmes conditions que le n° 2.

» Deux autres expériences ont été faites avec des terres prises en d'autres points de terrain et plus riches en azote. Ces terres ont été tamisées finement et conservées dans un grenier, dans des pots simplement recouverts d'une planche.

» 5. Voici le résumé des résultats :

» Terre conservée dans un grenier, du 28 octobre 1885 au 20 novembre 1886.

Azote initial, dans 50^{kg} (sec)	$65^{gr},5$
Azote final	$74^{gr},5$

» Le gain est de 9^{gr}, pour les 50^{kg} mis en expérience.

Azote nitrique, dans 50^{kg}, au début	$0^{gr},35$
» à la fin	$0^{gr},38$

» La nitrification a donc été presque insensible dans cette terre.

» Autre échantillon plus riche en azote. Mêmes conditions.

Azote initial, pour 50^{kg}, sec	$118^{gr},9$
Azote final	$127^{gr},6$

» Le gain est de $8^{gr},7$ pour les 50^{kg}.

Azote nitrique, dans 50^{kg}, au début	....	$0^{gr},32$
» à la fin	....	$0^{gr},97$

» Il y a donc eu nitrification, soit $4^{gr},2$ de salpêtre formé dans cette terre.

» L'azote ammoniacal, susceptible d'être apporté sous forme gazeuse par l'atmosphère, a été dosé comparativement par l'acide sulfurique étendu. En le rapportant à la même surface, il s'élevait à $0^{gr},096$; tandis que les terres avaient fixé 9^{gr} et $8^{gr},7$ d'azote. Cet apport est donc insignifiant par rapport au total.

» (N° 3). Terre lavée à l'avance, placée sous un hangar ouvert; du 24 mai au 20 novembre 1886.

Azote initial, pour 50^{kg}, sec	$54^{gr},6$
Azote final	$63^{gr},3$

» Le gain est de $8^{gr},7$ pour les 50^{kg}.

» Ce chiffre répond à une fixation à peu près double de celle observée sur les terres précédentes conservées au grenier; car il s'applique à un temps moitié moindre.

» L'azote ammoniacal gazeux susceptible d'être fourni par l'atmosphère à la même surface, pendant le même temps, s'élevait sur ce point à une dose maximum de $0^{gr},048$ ([1]) : valeur insignifiante par rapport au total.

» (N° 1). Terre non lavée à l'avance, sans végétation, exposée à la pluie.

		gr
Azote initial de la terre, pour 50^{kg}	....	50,37
Azote apporté par la pluie (d'après dosage udométrique)	ammoniacal	0,0477
	nitrique	0,0012
Total	....	$50^{gr},42$
Azote final de la terre	....	$62^{gr},48$
Azote nitrique dosé dans l'eau de pluie qui avait traversé la terre	....	$0^{gr},674$
Azote ammoniacal dans l'eau de pluie, non dosé	....	x

» Le total surpasse $63^{gr},15$.

([1]) Ce chiffre est du même ordre de grandeur que la valeur obtenue en 1885 sur un point de la prairie distant de plus de cent mètres, en un lieu autrement disposé; soit $0^{gr},0051$ pour une surface de 113^{cq}, ce qui fait $0^{gr},068$ pour 1500^{cq}; le tout en six mois.

» Ainsi les 50kg de terre ont fixé 12gr,73 d'azote en sept mois, dans ces conditions.

» L'azote ammoniacal, apporté sous forme gazeuse par l'atmosphère, d'après les expériences faites au même point de la prairie, se serait élevé au maximum à 0gr,048 : valeur insignifiante par rapport au poids de l'azote fixé.

» La nitrification a formé 3gr,5 environ de salpêtre dans cette terre, pendant l'expérience; elle en contenait déjà 2gr,7 au début.

» (N° 5). Terre épuisée de salpêtre par lavage initial, sans végétation, exposée à la pluie.

		gr
Azote initial de la terre, pour 50kg		54,6
Azote apporté par la pluie	ammoniacal	0,048
	nitrique	0,001
	Total	54gr,65
Azote final de la terre, pour 50kg		87,6 gr
Azote nitrique entraîné dans l'eau qui a traversé la terre		0,198
Azote ammoniacal, non dosé		x

» Le total surpasse 87gr,8.

» Ainsi les 50kg de terre ont fixé 87gr,8 − 54gr,65 = 23gr,15 d'azote, presque moitié autant qu'ils en contenaient d'abord.

» L'azote ammoniacal apporté sous forme gazeuse par l'atmosphère, en ce point de la prairie, se serait élevé au maximum à 0gr,048 : valeur insignifiante.

» La nitrification a formé 4gr,1 de salpêtre dans cette terre.

» D'après ces faits, la terre végétale fixe continuellement l'azote atmosphérique libre, même en dehors de toute végétation proprement dite. Ce gain ne saurait être attribué aux apports atmosphériques des composés azotés, gazeux ou dissous dans l'eau de pluie : dans les expériences, où les eaux pluviales s'écoulaient au dehors après avoir traversé la terre, la pluie a même enlevé au sol, sous la seule forme de nitrates, plus d'azote qu'elle n'en a apporté sous forme d'ammoniaque et d'acide nitrique réunis. Malgré cette circonstance, la fixation de l'azote a été plus considérable dans une terre lavée par la pluie que dans une terre abritée : sans doute en raison de l'activité plus grande imprimée aux organismes fixateurs d'azote, par la circulation de l'air et de l'eau. L'origine de l'azote fixé pendant le cours de la végétation paraît donc définitivement éclaircie.

» J'exposerai prochainement les expériences faites simultanément sur la même terre, avec le concours de la vie des plantes. »

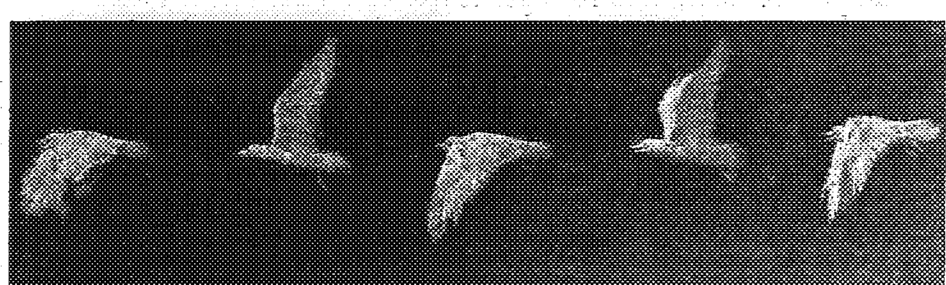
PHYSIOLOGIE. — *Le mécanisme du vol des oiseaux étudié par la Chronophotographie.* Note de M. MAREY.

« En décrivant la méthode nouvelle que j'ai désignée sous le nom de *Chronophotographie* (¹), j'ai montré qu'elle se substituait avantageusement à l'inscription mécanique dans les cas où il s'agit de déterminer les mouvements rapides et étendus d'un corps dont aucun obstacle matériel ne doit entraver le déplacement. Cette extension donnée à la méthode graphique ouvrait le champ à des applications nouvelles. On a vu avec quelle facilité la Chronophotographie se prête à l'étude de la locomotion de l'homme; appliquée à l'analyse du vol des oiseaux, la même méthode devait sans doute résoudre les problèmes de Cinématique et de Dynamique relatifs à ce genre de locomotion.

» Il fallait d'abord obtenir des images nettes de l'oiseau quelle que fût la rapidité de ses mouvements. Des essais successifs m'ont donné des images de plus en plus parfaites, grâce à la brièveté croissante des temps de pose. Quand on réduit à $\frac{1}{2000}$ de seconde l'introduction de la lumière dans l'appareil photographique, l'image de l'oiseau est suffisamment nette, même quand on le surprend dans la phase la plus rapide du mouvement de ses ailes.

» J'ai déjà présenté à l'Académie ces photographies à courtes poses, mais je n'en avais pas encore obtenu de reproductions par l'héliogravure; la *fig.* 1 est un spécimen de ce genre de reproduction : elle représente assez

Fig. 1.



Images successives d'un goéland au vol.

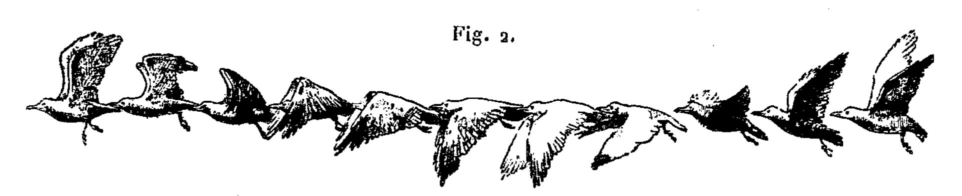
nettement quelques-unes des attitudes que prend un goéland aux différentes phases de son vol.

(¹) Séance du 7 août 1882.

» Mais, comme le nombre de ces attitudes est insuffisant pour faire saisir toutes les phases de chaque révolution de l'aile et comme, d'autre part, en multipliant indéfiniment le nombre des images, on arrive à la confusion, j'ai recouru, pour établir la succession des attitudes de l'oiseau, à la *Stroboscopie* ([1]).

» Dans une longue série d'images pareilles à celles de la *fig.* 1, c'est-à-dire assez éloignées les unes des autres pour être bien distinctes, j'ai choisi, pour les disposer en série, celles qui correspondaient à des instants successifs et de plus en plus avancés d'une révolution de l'aile. On voit dans la *fig.* 2 onze positions successives de l'aile, correspondant à des intervalles de temps égaux entre eux.

Fig. 2.



Images d'un goéland décalquées et disposées en série suivant l'ordre dans lequel elles se succèdent pendant une révolution de l'aile.

» La durée d'une révolution de l'aile du goéland, mesurée chronographiquement, était en moyenne de $\frac{1}{5}$ de seconde et, comme dans cette durée onze images ont été représentées à des intervalles de temps égaux, il s'ensuit que ces intervalles sont de $\frac{1}{55}$ de seconde.

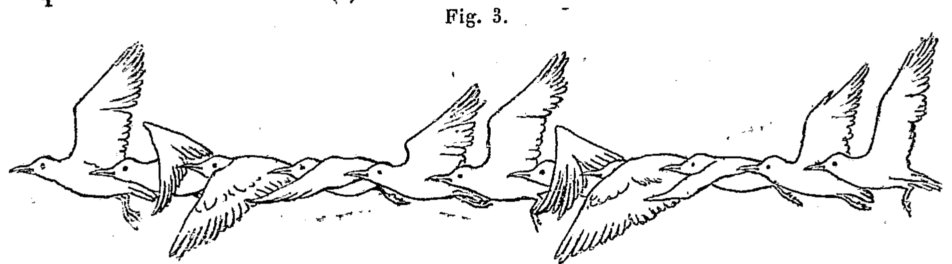
» Ce nombre d'images est déjà suffisant pour donner une idée des changements de hauteur d'orientation d'inclinaison de l'aile, autant du moins que permet de les estimer la projection de ces mouvements sur un plan vertical parallèle à la direction du vol.

» Il faut noter que les images disposées en série dans la *fig.* 2 n'occupent pas, les unes par rapport aux autres, leurs véritables positions. On les a espacées pour les rendre bien distinctes, mais un goéland qui s'envole ne parcourt pas en $\frac{1}{50}$ de seconde un espace proportionnel à celui qui sépare ces images successives. Il importe donc de mesurer exactement le chemin parcouru pendant chacune des phases de la révolution de l'aile, ainsi que les changements de hauteur ou d'inclinaison du corps de l'oiseau : ces changements de vitesse et de hauteur du corps de l'animal constituent, en réalité, les effets mécaniques du coup d'aile.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 14 mai 1883.

» Au risque d'amener un peu de confusion dans les images en les superposant en partie les unes aux autres, il faut en multiplier le nombre et le porter à vingt-cinq ou à cinquante par seconde. Or, un disque percé de deux fentes et faisant cinq tours, ce qui donne dix images par seconde, avait servi pour la *fig.* 1 ; en prenant un disque à cinq fentes et en conservant la même vitesse de rotation, on a obtenu la *fig.* 3, qui donne vingt-cinq images à la seconde et où la révolution de l'aile est représentée par cinq attitudes successives (1).

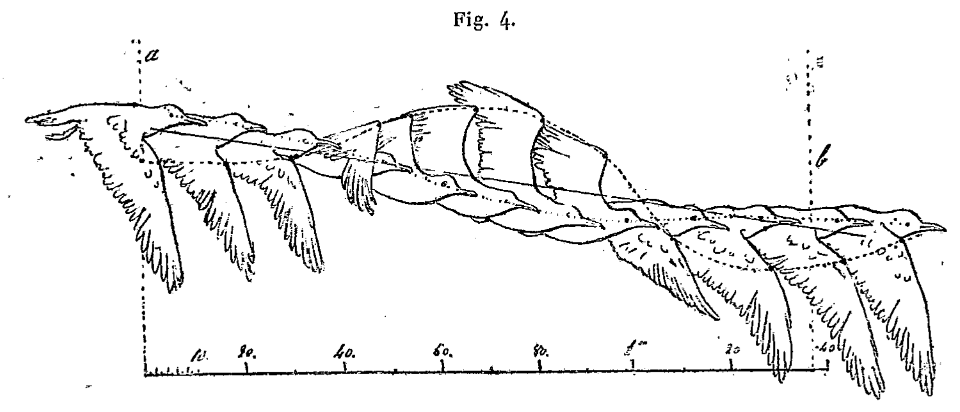
Fig. 3.



Vol du goéland, 25 images par seconde. Cinq révolutions de l'aile sont contenues dans cette figure.

» Si nous portons la rotation du disque fenêtré à dix tours par seconde,

Fig. 4.



Vol du goéland, 50 images par seconde. De *a* en *b* est représentée une révolution de l'aile. Une ligne droite marque la direction de l'axe du vol. Une ligne ponctuée permet de suivre les oscillations verticales de l'œil de l'oiseau. Une autre ligne formée de petits traits représente la trajectoire du carpe dans une révolution de l'aile. En bas, une échelle pour mesurer les dimensions de l'oiseau et les espaces parcourus.

nous obtiendrons la *fig.* 4 qui donne cinquante images à la seconde et fournit

---

(1) Il est naturellement fort rare que la durée d'une révolution de l'aile corresponde à un nombre entier de tours du disque fenêtré; c'est même sur l'inégalité de ces deux périodes qu'est basé le classement stroboscopique des images. Dans la *fig.* 3, si

des renseignements plus complets sur les mouvements de l'aile et sur les réactions de ces mouvements, c'est-à-dire sur les changements de vitesse et de hauteur éprouvés par la masse du corps de l'oiseau.

» Ce qui frappe au premier coup d'œil, c'est la direction descendante du vol; une droite menée à travers la série des images représente la direction générale ou l'*axe du vol*. Par rapport à cette ligne, le corps de l'oiseau s'élève et s'abaisse tour à tour, en même temps qu'il s'incline diversement sur l'horizon. Si l'on avait pu représenter une plus longue série d'images, on verrait que ces mouvements du corps se reproduisent périodiquement aux mêmes phases de chacune des révolutions de l'aile. Nous allons passer en revue les différentes notions que donne l'analyse de la *fig.* 4.

» 1° *Angle que fait l'axe du vol avec l'horizon.* — L'échelle métrique placée en bas de la figure est parallèle au plan horizontal du sol; cela permet de mesurer l'angle de 9° environ que l'axe du vol fait avec l'horizon.

» 2° *Fréquence des battements de l'aile.* — Le nombre des images contenues dans une révolution de l'aile, entre les points *a* et *b*, est de 10 et une fraction; cela implique, à raison de cinquante images à la seconde, une durée de $\frac{2}{10}$ de seconde environ pour la révolution de l'aile, soit à peu près cinq coups d'aile à la seconde.

» 3° *Vitesse de l'oiseau.* — Mesuré sur l'échelle métrique, le parcours de l'oiseau, pendant une révolution de l'aile, est de $1^m,37$: soit $6^m,85$ par seconde, ou 411^m à la minute, ou 24660^m à l'heure. Cette vitesse correspond au début du vol, au moment où l'oiseau vient d'être lâché et prend péniblement son essor; mais, quand on examine une longue série d'images, on y voit la vitesse augmenter sensiblement à chaque coup d'aile.

» Si l'on veut apprécier les variations périodiques de la vitesse de l'oiseau pendant la durée d'un coup d'aile, il faut choisir, sur chaque image, un même point qui ne soit jamais caché, quelle que soit la position de l'aile; l'œil est un très bon point de repère pour ces mesures. La vitesse de l'œil de l'oiseau, c'est-à-dire l'espace parcouru entre deux images consécutives ou en $\frac{1}{50}$ de seconde, se mesure soit sur la trajectoire de l'œil, soit sur la projection horizontale de cette courbe. En adoptant cette dernière

---

l'on prend pour origine d'une révolution de l'aile la première image située à gauche, la sixième ne correspondra pas au dernier instant de la révolution, tandis que la septième appartiendrait déjà à la révolution suivante. Ce sera donc entre la sixième et la septième image que se fermera le cycle des mouvements de l'aile.

mesure, on trouve pour la vitesse de l'œil les valeurs suivantes : *maximum*, $0^m,16$ en $\frac{1}{50}$ de seconde, soit 8^m à la seconde; *minimum*, $0^m,12$ dans l'intervalle de deux images, ou 6^m à la seconde. La vitesse atteint son maximum à la fin de l'abaissement de l'aile, son minimum à la fin de la remontée.

» 4° *Oscillations verticales du corps.* — Mesurées d'après les déplacements de l'œil en haut et en bas de l'axe du vol, ces oscillations ont une amplitude de $0^m,08$, soit $0^m,04$ au-dessus et $0^m,04$ au-dessous de cet axe. Les deux phases positive et négative de l'oscillation ont sensiblement la même durée, car toutes deux contiennent le même nombre d'images de l'oiseau. La phase positive ou convexe par en haut correspond à l'abaissement de l'aile; la phase négative, à son relèvement.

» 5° *Changements d'inclinaison du corps.* — L'axe longitudinal de l'oiseau, c'est-à-dire la ligne qui passerait du bec à l'extrémité de la queue, est sensiblement horizontal dans l'intervalle des deux oscillations dont nous venons de parler. Mais, pendant la phase d'abaissement de l'aile, on voit se relever l'extrémité antérieure de l'axe du corps; cette extrémité s'abaisse au contraire pendant la remontée de l'aile.

» 6° *Trajectoire de l'aile.* — Comme les articulations du coude et du carpe s'ouvrent et se ferment tour à tour, et comme, d'autre part, la surface de l'aile se courbe et s'incline de différentes façons pendant le vol, il est indispensable de spécifier le point dont on veut déterminer la trajectoire. Le carpe est le point que j'ai choisi, d'abord parce qu'il est visible dans toutes les images, ensuite parce qu'il est particulièrement intéressant. En effet, sa position relativement au centre de pression de l'air sous la surface de l'aile est assez facile à déterminer.

» On a indiqué sur chaque image la position du carpe au moyen d'un gros point, et en joignant ces points entre eux on a obtenu une courbe sinueuse que l'axe du vol partage assez inégalement : la partie située au-dessus de l'axe du vol est notablement plus grande que celle qui est au-dessous.

» Du reste, ce n'est pas sur cette courbe qu'il convient de mesurer la vitesse du carpe à chaque instant du coup d'aile. La *fig.* 4 ne montre que la projection sur un plan vertical de la véritable trajectoire du carpe; celle-ci est une courbe à trois dimensions.

» Les figures que nous avons obtenues jusqu'ici ne donnent qu'une vue perspective des mouvements de l'aile, qui est toujours représentée dans une attitude plus ou moins oblique, parfois tout à fait *en raccourci*.

» Pour avoir une idée exacte des positions successives de l'aile par rap-

port aux trois dimensions de l'espace, il y a plusieurs manières. La plus simple serait de prendre simultanément deux séries d'images stéréoscopiques de l'oiseau ; mais ces photographies, tout intéressantes qu'elles seraient, puisqu'elles donneraient la sensation du relief pour les positions et les attitudes de l'oiseau, se prêteraient mal à des mesures précises.

» Il m'a paru préférable de prendre trois séries d'attitudes projetées sur trois plans perpendiculaires entre eux. Les images représentées ci-dessus sont des projections de l'oiseau sur un plan vertical parallèle à l'axe du vol; j'en ai obtenu d'autres en projection sur un plan vertical perpendiculaire à l'axe du vol, et d'autres enfin projetées sur un plan horizontal parallèle à cet axe.

» Les résultats de cette nouvelle série d'expériences feront l'objet d'une prochaine Note. »

M. **Boussinesq** offre à l'Académie, au nom de M. *Flamant* et au sien, une Notice extraite des *Annales des Ponts et Chaussées*, « Sur la vie et l'œuvre de M. de Saint-Venant ».

« Nous avons tâché, dit-il, d'y rappeler, avec tous les détails que comportait l'étendue matérielle de texte dont nous pouvions disposer, l'existence si bien remplie et les travaux les plus marquants du profond ingénieur-géomètre, notre maître à tous deux, qui a été une des gloires de l'Académie à notre époque et un modèle pour les travailleurs de tous les temps. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section d'Anatomie et Zoologie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Charles Robin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Ranvier obtient........	29 suffrages.
M. Dareste »	14 »
M. Perrier »	13 »

M. **Ranvier**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Béchaux** soumet au jugement de l'Académie une Communication relative à un appareil de distillation et de rectification.

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot, Schlœsing.)

CORRESPONDANCE.

Mme de **Oppolzer** exprime à l'Académie sa reconnaissance pour l'hommage rendu à la mémoire de son mari.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du deuxième semestre* 1886. Note de M. **P. Tacchini**.

« J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie les résultats des observations faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant la seconde moitié de l'année 1886.

» Pour les taches et les facules, le nombre de jours d'observations a été de 163 : savoir 30 en juillet, 30 en août, 27 en septembre, 26 en octobre, 27 en novembre et 27 en décembre.

1886.	Fréquence relative des taches.	Fréquence de jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Juillet	8,30	0,13	39,93	35,42	2,17
Août	3,24	0,13	18,70	8,33	1,40
Septembre	5,59	0,15	23,41	18,52	1,45
Octobre	1,46	0,31	8,08	18,08	0,69
Novembre	0,04	0,96	0,15	7,41	0,04
Décembre	6,17	0,35	27,04	15,65	1,22

» En comparant ces résultats aux nombres insérés dans ma Note précédente (*Comptes rendus*, n° 2, 12 juillet 1886), on peut conclure que, pendant l'année 1886, la diminution du phénomène des taches et facules solaires a été progressive, avec un *minimum* très marqué dans le mois de

novembre. En raison de la diminution du phénomène, on a eu un plus grand nombre de jours sans taches pendant le dernier trimestre.

» On doit cependant faire remarquer un fait assez singulier, c'est qu'à chaque trimestre correspond au milieu de la période un minimum secondaire des taches, dans les mois de février, mai, août et novembre.

» Le dernier minimum des taches solaires a eu lieu en mars 1879 et le dernier maximum en février 1884; si donc la grande diminution du phénomène observée pendant les derniers mois de 1886 correspond à la période du nouveau minimum, alors entre le dernier maximum et le minimum actuel l'intervalle serait seulement de 2,8 ans, tandis que l'intervalle moyen est représenté par une période de 7 ans. Ce rapprochement du minimum et du maximum précédent serait vraiment exceptionnel, car depuis 1750 l'intervalle le plus petit entre un maximum et un minimum des taches a été de 4,3 ans de 1829 à 1833, tandis que dans toutes les autres périodes l'intervalle n'est jamais inférieur à 5 ans, et la plus longue est de 10 ans entre 1788 et 1798. Même à présent les taches sont très rares et petites.

» Voici les résultats des observations sur les protubérances :

1886.	Nombre de jours d'observations.	Protubérances.		
		Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
Juillet	27	8,5	46″,6	1°,9
Août	23	6,9	40,7	1,7
Septembre	18	8,0	45,2	1,8
Octobre	10	6,9	47,3	1,9
Novembre	19	7,2	45,7	1,5
Décembre	10	7,8	44,7	1,4

» Le phénomène des protubérances solaires est donc aussi en diminution, mais les différences avec les résultats précédents ne sont pas aussi marquées que pour les taches, ce qui serait en accord avec ce fait, que le maximum des protubérances arrive après le maximum des taches. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces qui ont pour lignes isothermes une famille de cercles.* Note de M. **Demartres**, présentée par M. Darboux.

« 1. Considérons un cercle variable dont les équations dépendent d'un paramètre unique l; soient O son centre; Oz son axe; R son rayon; Ox, Oy deux diamètres rectangulaires.

» Quand on passe de ce cercle au cercle infiniment voisin, le centre O prend un déplacement dont nous désignerons par $u\,dl$, $v\,dl$, $w\,dl$ les composantes suivant Ox, Oy, Oz; en même temps, le trièdre $Oxyz$, supposé lié invariablement au plan du cercle, subira une rotation dont nous appellerons $p\,dl$, $q\,dl$, $r\,dl$ les composantes; soit, enfin, φ l'angle qu'un rayon OM du cercle fait avec Ox; les variables l et φ seront prises pour coordonnées à la surface.

» Dans ces conditions [1], la distance de deux points infiniment voisins est donnée par la formule

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} ds^2 = {} & [(R' + u\cos\varphi + v\sin\varphi)^2 + (w + pR\sin\varphi - qR\cos\varphi)^2]\,dl^2 \\ & + [(rR + v\cos\varphi - u\sin\varphi)\,dl + R\,d\varphi)]^2. \end{aligned} \right.$$

» Si l'on désigne par M, Q, N les trois parenthèses, l'équation des trajectoires orthogonales devra admettre un facteur d'intégrabilité de la forme

$$\frac{F(l)}{\sqrt{M^2 + Q^2}},$$

et, sous cette condition, qui est nécessaire et suffisante, la surface sera décomposée en carrés par les cercles et leurs trajectoires orthogonales. Posons

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} f = {} & F\frac{R'}{R} + F', \\ T = {} & (Ru' - R'u - rRv - fu)\cos\varphi \\ & + (rRu + Rv' - R'v - fv)\sin\varphi + RR'' - u^2 - v^2 - fR', \\ S = {} & (fqR - q'R^2 - qRR' - wu - prR^2)\cos\varphi \\ & + (R^2p' + RR'p - qrR - wv - fpR)\sin\varphi \\ & + Rw' - pRv + qRu - fw, \end{aligned} \right.$$

les accents désignant des dérivées prises par rapport à l; la condition précédente s'exprime alors par l'identité

$$MT + SQ = 0,$$

qui doit avoir lieu quel que soit φ.

---

[1] *Mémoire sur les surfaces à génératrices circulaires* (*Annales de l'École Normale*, p. 123; 1885).

» 2. Si M et Q, envisagées comme fonctions de $\tang\frac{\varphi}{2}$, sont proportionnelles, la surface est une enveloppe de sphère; le problème actuel a été résolu dans ce cas particulier (*Mémoire cité*). Le cas où M et Q ont un facteur commun se ramène aisément au cas général où ils n'en ont aucun. Dans ce dernier cas, il doit exister une fonction λ de l telle qu'on ait identiquement

$$\lambda Q = -T, \qquad \lambda M = S,$$

ce qui conduit aux six équations différentielles suivantes :

$$(3)\quad \begin{cases} fu + \lambda q R + R'u - Ru' + rRv = 0, & fqR - \lambda u - qRR' - q'R^2 - wu - prR^2 = 0, \\ fv - \lambda p R + R'v - Rv' - rRu = 0, & fpR + \lambda v - pRR' - p'R^2 + wv + qrR^2 = 0, \\ fR' - \lambda w - RR'' + u^2 + v^2 = 0, & fw + \lambda R' + vpR - Rw' - qRu = 0. \end{cases}$$

» 3° L'axe des x est indéterminé; faisons-le passer par le centre radical des deux cercles de paramètres l, $l + dl$; en appelant α la distance de ce point P au centre, on a alors

$$RR' + u\alpha = 0, \qquad w - q\alpha = 0.$$

» Si l'on combine alors convenablement la première et la troisième des équations (3), ainsi que la quatrième et la sixième, on obtient aisément

$$v + r\alpha = 0, \qquad u + \alpha' = 0;$$

ces deux conditions expriment évidemment que le point P est fixe. La surface est alors (*loc. cit.*, p. 148) une anallagmatique à déférente réglée.

» 4° Si, dans les équations (3), on remplace u, v, w par $-\alpha'$, $-r\alpha$, $q\alpha$, elles se réduisent à quatre

$$\begin{gathered} -R\alpha'' + R'\alpha' + r^2R\alpha + f\alpha' - \lambda qR = 0, \\ -r'R\alpha + rR'\alpha + fr\alpha + \lambda pR = 0; \end{gathered}$$

$$\begin{gathered} q'R^2 + qRR' - q\alpha\alpha' + prR^2 - fqR - \lambda\alpha' = 0, \\ qrR^2 - p'R^2 - pRR' - qr\alpha^2 + fpR - \lambda r\alpha = 0. \end{gathered}$$

» Si l'on se limite aux surfaces réelles et qu'on suppose réelle la variable l, on peut remplacer ces quatre équations par les deux suivantes

$$\begin{gathered} (f - \lambda i)A = RA' - rRB - \alpha' iC, \\ (f - \lambda i)B = rRA + RB' + ir\alpha C, \end{gathered}$$

où l'on suppose

$$A = -\alpha' + qRi, \qquad B = -r\alpha - pRi, \qquad C = q\alpha + R'i = -\frac{i\alpha}{R}A.$$

On aura alors toutes les conditions complémentaires condensées en une seule équation si l'on élimine $f - \lambda i$, ce qui donne

$$A(B' + rA - pC) - B(A' + qC - rB) = 0.$$

Cette condition est facile à interpréter. Considérons la focale imaginaire, intersection de la directrice avec la déférente ou surface des axes; on voit aisément que la tangente à la focale a ses cosinus directeurs proportionnels à A, B, C; on en conclut que la condition précédente se traduit par ce fait géométrique : la binormale de la focale doit être perpendiculaire à l'axe du cercle.

» 5° La solution qui contient deux fonctions arbitraires est donc contenue dans le théorème suivant :

» Théorème. — *Les surfaces cherchées sont les anallagmatiques dont la déférente est une surface réglée admettant comme ligne asymptotique son intersection avec la sphère directrice.*

» La marche suivie ici fait connaître la fonction $f(l)$ pour chaque surface particulière; on en conclut $F(l)$ par la première des équations (2), et l'on a, par conséquent, immédiatement l'équation des trajectoires orthogonales. »

ALGÈBRE. — *Sur la théorie des formes algébriques à p variables.* Note de M. **R. Perrin**, présentée par M. Halphen.

« En vertu du théorème établi dans une précédente Communication ([1]), il suffit évidemment, pour obtenir tous les invariants et péninvariants purs distincts d'une forme u d'ordre m à p variables, de construire tous les invariants distincts du système des $m-1$ formes à $p-1$ variables v_2, $v_3, \ldots, v_m$; puis de former successivement avec ces invariants toutes les combinaisons divisibles par a : ceux des quotients successifs qui ne seront

([1]) Page 108 du présent Volume.

pas réductibles par le même procédé à des expressions plus simples seront les invariants et péninvariants purs distincts demandés.

» Mais dans $v_2, \ldots, v_m$ les coefficients de la plus haute puissance de a sont respectivement $u_2, u_3, \ldots, u_m$, formes indépendantes de a. Chaque invariant distinct du système $(v_2, \ldots, v_m)$, développé suivant les puissances de a, admet donc pour coefficient de la plus haute de ces puissances l'invariant correspondant du système $(u_2, \ldots, u_m)$, lequel n'est pas réductible à une fonction des autres invariants de ce système, puisque $u_2, \ldots, u_m$ sont les formes les plus générales de leur ordre. Il s'ensuit qu'en appliquant à chacun des invariants distincts du système (v) la méthode de simplification décrite plus haut, on arrivera nécessairement à une expression irréductible, qui sera, par conséquent, un invariant ou péninvariant *distinct* pour la forme u. D'où cette conséquence importante :

» Théorème II. — *Le nombre des invariants et covariants purs* distincts *d'une forme d'ordre m à p variables est* au moins égal *au nombre des invariants* distincts *d'un système de* $m - 1$ *formes à* $p - 1$ *variables, respectivement d'ordres* $2, 3, \ldots, m$.

» Et de même pour un système de formes :

» Théorème III. — *Le nombre des invariants et covariants purs* distincts *que possède un système de* $n_1 + n_2 + \ldots + n_m$ *formes indépendantes simultanées à p variables, comprenant* n_1 *formes linéaires,* n_2 *quadratiques,* $\ldots$, n_m *d'ordre m, est* au moins égal *au nombre d'invariants* distincts *que possède un système de* $n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \ldots + mn_m - 1$ *formes indépendantes simultanées à* $p - 1$ *variables, comprenant* n_m *formes d'ordre m,* $n_m + n_{m-1}$ *d'ordre* $m - 1$, $\ldots$, $n_m + n_{m-1} + \ldots + n_2$ *formes quadratiques et enfin* $n_m + n_{m-1} + \ldots + n_2 + n_1 - 1$ *linéaires.*

» Comme vérification, considérons d'abord le système de deux formes quadratiques ternaires. Il devra avoir au moins autant d'invariants et covariants purs qu'il existe d'invariants pour le système de trois formes binaires, savoir une linéaire et deux quadratiques. Or on sait que ce dernier possède cinq invariants droits, plus un gauche, dont le carré s'exprime en fonction des invariants droits. Mais on sait aussi que le premier système possède précisément quatre invariants et un covariant pur droits, plus un covariant pur gauche, dont le carré peut s'exprimer en fonction des formes droites par une syzygie connue, laquelle n'est donc que la traduction dans le domaine ternaire de la syzygie binaire correspondante.

» De même, la forme cubique ternaire devra avoir au moins autant d'invariants et covariants purs qu'il existe d'invariants dans le système composé d'une forme cubique et d'une forme quadratique binaires. Or ce dernier possède, comme on sait, cinq invariants, savoir quatre droits et un gauche, dont le carré s'exprime en fonction des invariants droits. Mais, d'autre part, il est connu que la forme cubique ternaire possède précisément deux invariants et trois covariants purs, dont un gauche, et que le carré de ce dernier s'exprime en fonction des formes droites.

» Pour la forme biquadratique ternaire, le théorème II conduit à considérer le système de trois formes binaires, d'ordres 2, 3 et 4. Ce système ne paraît pas avoir été étudié; toutefois, il possède certainement plus de vingt-sept invariants distincts, puisque tel est le nombre qu'on obtient en prenant les trois formes une à une, puis deux à deux. La forme biquadratique ternaire a donc certainement plus de vingt-sept invariants ou covariants purs distincts.

» La démonstration donnée pour la première partie du théorème I subsiste sans modification si l'on considère le système comprenant, outre les péninvariants principaux $(v_2, \ldots, v_m)$ de u traitée comme forme binaire, *tous* les autres péninvariants dépendant de cette forme. Mais cette extension n'est pas indispensable, car tout péninvariant, quand on le multiplie par une certaine puissance de a (ce qui n'altère pas son ordre comme forme à $p-1$ variables), devient une fonction entière des péninvariants principaux; tous les invariants qui s'introduiraient par cette extension du système ne sauraient donc fournir, en dernière analyse, que des expressions que l'on est certain de rencontrer en appliquant la méthode indiquée plus haut aux invariants du système formé par les seuls péninvariants principaux. Seulement, l'existence de ces autres péninvariants indique *a priori* l'existence de combinaisons des invariants, divisibles par certaines puissances de a. Par exemple, on sait que $v_3^2 + 4v_2^3$ est divisible par a^2, quel que soit m; le quotient, pour $p=3$, est évidemment une forme sextique binaire, du quatrième degré dans les coefficients de u; pour l'invariant quadratique de cette forme, on a $\theta = 8$, $\pi = 12$, d'où $\mu = 8m - 18$. Toute forme ternaire possède donc un covariant pur (qui peut d'ailleurs être réductible à d'autres plus simples) du huitième degré dans les coefficients et d'ordre $8m - 18$ dans les variables. Pour la forme cubique, c'est le covariant q_x^6 de M. Gordan.

» Dans le même ordre d'idées, puisque v_2 devient carré parfait pour $a = 0$, son discriminant doit être divisible par a. On en conclut sans

peine qu'une forme d'ordre m à p variables possède un covariant pur (distinct ou réductible) de degré $2p - 3$ et d'ordre $(2p - 3)m - 2p$; pour une forme ternaire, c'est précisément le hessien. »

CHIMIE. — *De l'action du tétrachlorure de carbone sur l'acide chlorochromique et les phosphates de sesquioxyde.* Note de M. **H. Quantin**, présentée par M. Debray.

« Dans une Note récente, M. Demarçay a indiqué l'action qu'exerce le tétrachlorure de carbone sur les oxydes anhydres. Nous avons, de notre côté, exécuté depuis un an sur ce sujet des recherches identiques qui n'ont pas été publiées. Aux oxydes qu'a étudiés M. Demarçay, il convient d'ajouter ceux de cobalt et de nickel qui se chlorurent avec la plus grande facilité sous l'influence des chlorures de carbone; il en est de même pour les acides tungstique et molybdique. Mais les chlorures anhydres s'obtiennent aussi aisément, et à moins de frais, en faisant agir sur les oxydes chauffés au rouge sombre un mélange de chlore et d'oxyde de carbone qui volatilise avec une surprenante rapidité l'alumine et l'oxyde de fer. Avec ce dernier corps ainsi qu'avec l'oxyde de cobalt, l'expérience est des plus brillantes; le tube dans lequel s'effectue la chloruration étincelle sur toute sa longueur de paillettes miroitantes. La silice et l'acide borique résistent à l'action du mélange de chlore et d'oxyde de carbone comme au tétrachlorure.

» Aux réactions du tétrachlorure de carbone décrites par M. Demarçay nous pouvons, dès à présent, en ajouter deux autres.

» Nous avons établi antérieurement ([1]) que l'oxyde de carbone dédouble l'acide chlorochromique en sesquioxyde vert de chrome et sesquichlorure du même métal, qu'un excès de chlore détermine sa transformation intégrale en chlorure violet. Il en est encore de même avec le chlorure de carbone, mais la réaction se produit surtout suivant la formule

$$2\,CrO^2Cl + 2\,C^2Cl^4 = Cr^2Cl^3 + 4\,COCl + 3\,Cl.$$

Il se produit aussi de l'acide carbonique.

» Une autre réaction intéressante est celle qui se produit lorsqu'on fait agir le tétrachlorure de carbone sur les sels oxygénés : nous décrirons ici

([1]) *Comptes rendus*, 27 octobre 1884.

l'action qu'il exerce sans décomposition préalable sur le phosphate neutre de sesquioxyde de fer.

» Si l'on fait passer un courant de vapeur de tétrachlorure de carbone sur une nacelle renfermant le phosphate $PO^5 Fe^2 O^3$, chauffé au-dessous du point de décomposition du tétrachlorure, on voit se produire des vapeurs violacées; si l'on fait passer ces vapeurs sur une colonne de chlorure de potassium chauffé vers 200°, le perchlorure de fer est arrêté au passage et, dans les parties froides du tube qui suivent la colonne de chlorure de potassium, on voit se déposer un corps jaunâtre cristallin d'une odeur irritante, fumant à l'air et très avide d'humidité. L'excès de tétrachlorure de carbone entraîne une partie de ce corps; et, en reprenant par l'eau le mélange condensé, on obtient une solution aqueuse, au fond de laquelle se dépose le chlorure de carbone, et qui renferme de l'acide chlorhydrique et de l'acide phosphorique à $3^{éq}$ d'eau: il s'est donc produit un composé chloré du phosphore, oxychlorure ou perchlorure. L'analyse montre que c'est du perchlorure, le dosage du phosphore et du chlore dans le liquide ayant conduit à la formule $PCl^{5,01}$; le corps cristallin condensé dans le tube est donc bien du perchlorure de phosphore.

» Avec un phosphate de fer plus basique, la réaction est la même; mais il semble en être autrement avec le phosphate $3PO^5, 2Fe^2O^3$, que nous étudions en ce moment.

» L'emploi d'une nacelle exige, pour volatiliser la totalité du phosphate de fer, une assez forte quantité de tétrachlorure de carbone; il est préférable d'enrober le phosphate dans du charbon de sucre ou de placer le tout en colonne devant le chlorure de potassium et à une certaine distance. Dans ces conditions, nous avons pu exécuter le dosage par l'urane de l'acide phosphorique, provenant de la décomposition du perchlorure de phosphore, en employant un dispositif identique à celui du dosage de l'azote par la chaux sodée.

» En raison de la facilité avec laquelle l'acide phosphorique peut être précipité par le sesquioxyde de fer, nous espérons pouvoir appliquer cette réaction à la séparation par voie sèche de très petites quantités d'acide phosphorique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation, propriétés et constitution de l'inosite.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« 1. *Préparation.* — L'inosite, extraite d'abord des muscles par Scherer, puis signalée par différents auteurs dans un grand nombre de plantes, n'a pu jusqu'à présent être obtenue en quantité suffisante pour l'étude. J'ai réussi, en opérant de la manière suivante, à rendre son extraction régulière et assez rapide pour en préparer aisément plusieurs centaines de grammes.

» On épuise méthodiquement, par l'eau bouillante, les feuilles sèches de noyer du commerce [1], de manière à obtenir environ 4^{lit} d'extrait par kilogramme de feuilles. On précipite le liquide bouillant, d'abord par un lait de chaux concentré, puis par l'acétate de plomb, qui entraînent les acides végétaux et des matières colorantes, enfin par le sous-acétate de plomb qui donne avec l'inosite une combinaison insoluble; on recueille ce précipité, on le lave à l'eau ordinaire, on le décompose par l'hydrogène sulfuré en présence d'un excès d'eau, on évapore les liquides obtenus jusqu'à consistance sirupeuse, et l'on ajoute au produit bouillant de 7 à 8 pour 100 de son volume d'acide azotique concentré; il se manifeste immédiatement une réaction violente qui détruit la plupart des matières étrangères sans toucher à l'inosite, et le liquide, en même temps qu'il perd sa viscosité, se décolore presque entièrement. On y ajoute alors, peu à peu, 4^{vol} ou 5^{vol} d'alcool et 1^{vol} d'éther qui précipitent l'inosite sous la forme de flocons cristallins tenant, en moyenne, 85 pour 100 de produit pur; après vingt-quatre heures on recueille le précipité, on le fait cristalliser dans l'acide acétique étendu, on le redissout dans une petite quantité d'eau bouillante et on le soumet de nouveau à l'action ménagée de l'acide azotique; on précipite encore par l'alcool éthéré, on traite par l'eau de baryte étendue pour décomposer le sulfate de chaux qui accompagne toujours l'inosite, on précipite l'excès de réactif par le carbonate d'ammoniaque pur, on évapore à sec et enfin on fait cristalliser le résidu dans l'eau.

» On obtient ainsi un produit absolument blanc, d'une grande pureté, et qui ne laisse plus de cendres à la combustion. Le rendement, sur une

---

(1) La présence de l'inosite dans les feuilles du noyer a été signalée pour la première fois par MM. Tanret et Villiers (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 398, et t. LXXXVI, p. 486).

masse totale de 147^{kg} de feuilles sèches, a été, en moyenne, de 2^{gr},94 par kilogramme.

» 2. *Composition.* — A l'analyse, l'inosite anhydre a donné les résultats suivants :

	I.	II.	Théorie pour $C^6H^{12}O^6$.
Carbone....................	39,64	39,72	40,00
Hydrogène..................	6,68	6,78	6,66

» L'inosite cristallisée perd à 110° exactement le sixième de son poids, ce qui correspond à l'hydrate à 2^{mol} d'eau $C^6H^{12}O^6 + 2H^2O$.

» L'inosite ne distillant pas sans altération à la pression ordinaire, il est impossible de déterminer sa densité de vapeur, mais on peut fixer son poids moléculaire par la méthode cryoscopique de M. Raoult : à cet effet, on a soumis au refroidissement une solution d'inosite contenant 2^{gr},5 de produit anhydre pour 100 d'eau ; le point de congélation a été trouvé égal à − 0°,29, la théorie donnant − 0°,27 pour la formule $C^6H^{12}O^6$.

» Au même état de concentration, une solution de saccharose s'est congelée à − 0°,16, température assez éloignée de la précédente pour qu'il n'y ait pas de confusion possible.

» La formule $C^6H^{12}O^6 + 2H^2O$ admise pour l'inosite est donc exacte.

» 3. *Propriétés physiques.* — L'inosite est peu soluble dans l'eau froide, très soluble à chaud, insoluble dans l'alcool, l'éther et l'acide acétique fort. L'acide acétique étendu la dissout facilement et l'abandonne en gros cristaux par évaporation spontanée.

» La solubilité et la forme cristalline de l'inosite ont été déterminées déjà par MM. Tanret et Villiers (*loc. cit.*) ; nous n'y reviendrons pas.

» L'inosite anhydre, séchée à 110°, fond sans brunir à 217° et bout régulièrement à 319° (températures non corrigées) dans le vide de la trompe à mercure ; elle se colore peu à peu dans ce cas, mais la portion qui distille reste blanche.

» A la pression ordinaire, l'inosite se charbonne avant d'entrer en ébullition ; chauffée à l'air, elle brûle avec une flamme blanche, en répandant une légère odeur de pain grillé, et laisse un résidu de charbon aisément combustible.

» Examinée au polarimètre, dans un tube de 0^{m},22, d'abord en solution saturée à 15° (10 pour 100 environ), puis en solution chaude à 38 pour 100, l'inosite n'a pas montré trace de pouvoir rotatoire, ce qui concorde avec les observations antérieures. L'inosite est donc inactive.

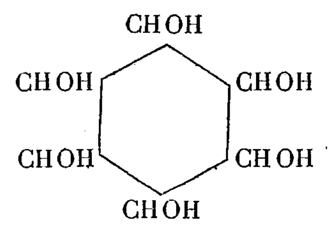
» Il en a été de même avec une dissolution qui est restée pendant six semaines au contact du *Penicillium glaucum*. Si l'on se rappelle, en outre, que l'inosite est un produit de l'organisation végétale ou animale, et que les cellules vivantes dédoublent presque toujours les principes qui sont inactifs par compensation, on peut admettre, avec une grande probabilité, que l'inosite est inactive par constitution : sa molécule ne renferme donc pas, conformément à la règle de MM. Le Bel et Van't Hoff, d'atome de carbone dissymétrique.

» 4. *Propriétés chimiques et constitution.* — L'inosite n'est pas attaquée par les acides ou les alcalis étendus à l'ébullition; elle ne réduit pas la liqueur cupropotassique. Le nitrate d'argent ammoniacal seul n'agit pas; en présence de soude, il donne un beau miroir métallique.

» L'inosite ne se combine pas au bisulfite de soude et n'est pas attaquée par l'amalgame de sodium.

» Les haloïdes n'agissent pas sensiblement à froid; à 100°, le brome donne, après cinq à six heures de chauffe en présence de l'eau, des produits bruns précipitables par les sels de baryum et très analogues à ceux qu'on obtient dans la réaction de Scherer. Ces corps résultent de l'oxydation de l'inosite; ils ne retiennent pas de brome et peuvent être préparés plus aisément au moyen de l'acide azotique.

» Il a été impossible d'obtenir, au moyen de l'inosite, aucun acide proprement dit renfermant 6 atomes de carbone; on n'a pas pu davantage la dédoubler, par oxydation, en oxyacides de la série grasse : l'inosite n'est donc ni aldéhyde ni acétone; elle ne renferme pas de double liaison et ne possède pas de chaînes latérales. Par suite, l'inosite ne peut être qu'un alcool hexatomique hexasecondaire, c'est-à-dire l'hexahydrure d'hexaoxybenzine



dont la formule symétrique exclut, suivant la théorie de MM. Le Bel et Van't Hoff, tout pouvoir rotatoire. L'examen des produits d'oxydation et de réduction de l'inosite, qu'il nous reste à étudier, confirmera bientôt, d'une manière complète, l'exactitude de cette formule de structure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la séparation de la mono- et de la diisobutylamine au moyen de l'éther oxalique.* Note de M. H. **Malbot**, présentée par M. Friedel.

« Reimer a déjà appliqué le procédé de l'éther oxalique à la séparation des isobutylamines; mais, comme l'utilité des modifications apportées plus tard à ce procédé général n'était pas encore démontrée, il l'a employé tel que l'avait d'abord donné Hofmann.

» Seulement, après avoir mis « les bases en liberté par l'action de la potasse », il effectue une séparation préliminaire par distillation fractionnée. Il recueille, d'une part, la portion qui passe avant 110° et, d'autre part, la portion qui passe de 110° à 130°, et il les traite séparément par l'éther oxalique.

» La première portion lui fournit la diisobutyloxamide. La deuxième portion lui fournit l'éther diisobutyloxamique. Mais, en réalité, ces deux corps ne sont pas les seuls à se former. Une partie de la monoisobutylamine passe à l'état d'éther monoisobutyloxamique. Cet éther accompagne l'éther diisobutyloxamique reconnu par Reiner, et un mélange des deux éthers se trouve aussi avec la diisobutyloxamide.

» La question peut se poser ainsi :

» 1° Pour la portion riche en monoisobutylamine, produire la quantité maximum de diisobutyloxamide, facile à isoler, sans cependant négliger de recueillir les deux éthers oxamiques qui l'accompagnent.

» 2° Pour la portion riche en diisobutylamine, séparer les bases qui ont été amenées à l'état d'éthers oxamiques, par un moyen moins imparfait que la distillation.

» Ce double résultat peut être obtenu par les opérations suivantes : 1° verser de l'éther oxalique dans une solution *aqueuse* des bases pour transformer les *bases primaires* en *oxamides;* 2° introduire un mélange de bases privées d'eau, pauvre en bases primaires, dans de l'éther oxalique, pour transformer les *bases primaires* et les *bases secondaires* en *éthers oxamiques* correspondants;

» 3° Après avoir éliminé les bases tertiaires par distillation, saponifier les éthers oxamiques à une température modérée par un lait de chaux et séparer les oxamates de calcium par cristallisation.

» Je vais rendre compte de l'application que j'ai faite de ce procédé à la séparation de la monoisobutylamine et de la diisobutylamine.

» *Diisobutyloxamide.* — Un mélange d'isobutylamines, riche en monoisobutylamine, qui avait été amené en solution aqueuse, a été titré et additionné d'une quantité d'éther oxalique indiquée par l'équation

$$(I) \quad \underbrace{2\,Az(C^4H^9)H^2}_{\text{Monoisobutylamine.}} + \underbrace{\begin{array}{l}CO\text{–}OC^2H^5\\ |\\ CO\text{–}OC^2H^5\end{array}}_{\text{Éther oxalique.}} = \underbrace{\begin{array}{l}CO\text{–}Az(C^4H^9)H\\ |\\ CO\text{–}Az(C^4H^9)H\end{array}}_{\text{Diisobutyloxamide.}} + \underbrace{2\,C^2H^5OH.}_{\text{Alcool.}}$$

» La diisobutyloxamide s'est aussitôt présentée en lames courtes aiguës et en flocons déliés : lames et flocons ont nagé pendant plusieurs mois à la surface du liquide, au lieu de se rassembler au fond du vase. La diisobutyloxamide, reprise par l'eau bouillante, ne s'est pas dissoute sensiblement. Après refroidissement, il s'est formé de légers flocons. L'évaporation à sec de la liqueur a donné un résidu insensible. On peut donc considérer la diisobutyloxamide comme insoluble dans l'eau. Elle est au contraire aisément soluble dans l'alcool bouillant, d'où elle se dépose en fines et longues aiguilles entrelacées, très brillantes, rigides d'aspect et cependant onctueuses au toucher.

» Ces aiguilles, desséchées à l'étuve à 110°, ont fourni à l'analyse les résultats suivants :

	Expériences.	Théorie.
C^{10}	59,72	60,00
H^{20}	10,26	10,00
Az^2	14,13	14,00
O^2		32,00
		100,00

» J'ai déterminé le point de fusion de la diisobutyloxamide, qui est 167°. La diisobutyloxamide ne s'altère nullement à cette température et ne se sublime qu'avec lenteur. Les aiguilles obtenues par sublimation ressemblent complètement à celles qui se forment en liqueur alcoolique.

» *Monoisobutyloxamate de calcium.* — J'ai été conduit à former ce corps en essayant de produire la diisobutyloxamide avec un mélange anhydre d'isobutylamines, riche en monoisobutylamine. J'ai d'abord additionné ce mélange d'une quantité d'éther oxalique correspondant à la formation de l'oxamide isobutylique. J'ai constaté qu'il y avait un échauffement très sensible, mais je n'ai pas vu de dépôt d'oxamide. J'ai alors pensé que, en l'absence de l'eau, la monoisobutylamine était passée à l'état d'éther monoisobutyloxamique. J'ai ajouté, en conséquence, une quantité d'éther

oxalique égale à la première, pour que la réaction présumée pût s'effectuer intégralement.

$$(II) \quad \underbrace{Az(C^4H^9)H^2}_{\text{Monoisobutylamine.}} + \underbrace{\begin{matrix} CO{-}OC^2H^5 \\ | \\ CO{-}OC^2H^5 \end{matrix}}_{\text{Éther oxalique.}} = \underbrace{\begin{matrix} CO{-}Az(C^4H^9)H \\ | \\ CO{-}OC^2H^5 \end{matrix}}_{\text{Éther monoisobutyloxamique.}} + \underbrace{C^2H^5,OH.}_{\text{Alcool.}}$$

» J'ai chauffé dans un appareil à reflux pendant plusieurs heures pour achever la transformation. J'ai ensuite distillé jusqu'à ce que la température se fixât à 160°. Le résidu huileux a été saponifié par un lait de chaux à une douce température. La liqueur, filtrée, a donné, par concentration, des cristaux peu nets, anastomosés comme les nervures d'une feuille. Ces cristaux, repris par une grande quantité d'alcool, se sont présentés en fines aiguilles, très nettes, un peu courtes, qui étaient du monoisobutyloxamate de calcium anhydre $\left[\begin{matrix} CO,Az(C^4H^9)H \\ | \\ CO{-}O \end{matrix}\right]^2 Ca$. Voici les résultats de l'analyse :

	Expériences.	Théorie.
C^{12}	»	43,90
H^{20}	»	6,10
O^6	»	29,26
Az^2	8,77	8,53
Ca	12,11	12,19
		99,98

» La solution aqueuse de monoisobutyloxamate de calcium a laissé déposer à la fin un corps que j'ai reconnu ultérieurement pour du diisobutyloxamate de calcium.

» *Diisobutyloxamate de calcium.* — Un mélange anhydre d'isobutylamines, riche en diisobutylamine, a été soumis à la série des traitements qui viennent d'être décrits. Ces traitements ont fourni un dépôt, formé à chaud, de cristaux opaques disposés comme les nervures d'une feuille, puis un autre dépôt, formé à froid, de cristaux mamelonnés, ayant l'aspect des choux-fleurs.

» La séparation des deux corps, commencée par cristallisation dans l'eau, a été complétée par cristallisation dans l'alcool. Il se dépose d'abord de fines aiguilles assez courtes et un peu mates de monoisobutyloxamate de calcium. Après concentration, on voit se former, au fond du vase, des bâtonnets renflés aux deux bouts. Ces bâtonnets, repris par l'alcool, cristal-

lisent en longues aiguilles flexibles et soyeuses, qui sont du diisobutyloxamate de calcium.

» L'analyse a fourni les résultats suivants :

	Expérience.	Théorie.
C^{20}	»	54,54
H^{36}	»	8,18
O^{6}	»	21,82
Az^{2}	6,45	6,36
Ca	9,06	9,09
		99,99

» Ainsi le procédé énéral préconisé par MM. Duvillier et Buisine permet d'obtenir le mono- et le diisobutyloxamate de calcium, qui n'avaient pas encore été produits, et la séparation de ces deux corps par cristallisation est facile : le premier est le plus insoluble des deux, suivant une loi déjà reconnue dans les séries méthylique et éthylique. A l'aide de ces deux corps purs, on peut obtenir la mono- et la diisobutylamine pures, mais la séparation de ces deux bases par ce moyen est peu pratique, parce que le rendement en oxamates est faible. J'indiquerai prochainement un nouveau procédé de séparation très simple, très commode et avantageux. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur la préparation d'un silicostannate de chaux correspondant au sphène* [1]. Note de M. **L. Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« Le travail que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a eu pour but de rechercher s'il est possible de préparer un silicostannate de chaux CaO, SiO^2, SnO^2 correspondant au sphène CaO, SiO^2, TiO^2; je me suis servi, pour résoudre cette question, du procédé même qui a donné à M. Hautefeuille [2] de beaux échantillons de ce dernier minéral. Un mélange de silice et d'acide titanique était, comme on sait, chauffé à haute température au sein d'un excès de chlorure de calcium, et l'on avait soin d'éviter l'accès d'une trop grande quantité de vapeur d'eau qui, décompo-

(1) Laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France, et de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

(2) *Comptes rendus*, t. LIX, p. 698; 1865.

sant le chlorure de calcium, résoudrait le sphène en silicate de chaux et en pérowskite CaO, TiO^2.

» Je me suis assuré d'abord que la fusion d'un mélange de silice et d'acide stannique, dans le chlorure de calcium, en présence de la vapeur d'eau (creuset de platine mal clos dans un four de Forquignon et Leclerc), ne fournit que du bisilicate de chaux et le stannate CaO, SnO^2, corps isomorphe avec la pérowskite, déjà préparé par M. Ditte ([1]). J'ai alors procédé comme il suit : 3 parties de silice et 4 parties d'acide stannique anhydre sont placées dans un creuset en biscuit qu'on achève de remplir avec du chlorure de calcium en morceaux; le creuset muni de son couvercle est placé dans un creuset en terre également fermé, et le tout est chauffé pendant huit heures environ au rouge vif, dans un four Perrot. Après refroidissement, on soumet la masse à un lessivage à l'eau acidulée (pour détruire le silicate de chaux qui a pu se former); celle-ci laisse divers produits. Si la fusion a été peu prolongée, le chlorure de calcium n'est pas décomposé, et l'on obtient un mélange des deux bioxydes cristallisés : la silice forme des lamelles hexagonales de tridymite ([2]), et l'acide stannique de fines aiguilles de cassitérite ([3]), souvent radiées ou géniculées à la façon du rutile. Une réaction plus complète donne lieu à la formation du silicostannate cherché, que nous décrirons plus loin; enfin, si l'action se prolonge (soit que la vapeur d'un des foyers intervienne, soit qu'il y ait volatilisation de chlorures stannique ou silicique), il se fait du bisilicate de chaux et le stannate de chaux précité. On voit que les choses se passent absolument comme dans les expériences de M. Hautefeuille relativement à la tridymite, au rutile, au sphène et à la pérowskite; en fait, tous ces divers produits cristallisent simultanément.

» Le silicostannate de chaux constitue une poudre cristalline d'un blanc éclatant, dont les éléments ne dépassent pas quelques centièmes de millimètre. Ils apparaissent au microscope sous forme de prismes clinorhombiques, compris sous les faces m, $d^{\frac{1}{2}}$ et d^1. Le plus souvent, m et d^1 sont également développées, ce qui donne aux cristaux une apparence octaédrique. La biréfringence est moindre que dans le sphène, l'extinction a

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 701; 1883.

([2]) HAUTEFEUILLE (*Ann. scientifiques de l'École Normale supérieure*, 2e série, t. IX; 1880).

([3]) DITTE, *loc. cit.*

lieu à 38° environ de l'arête du prisme pour un cristal couché suivant g^1, les deux axes optiques sont très écartés.

» Les cristaux sont inattaquables aux acides, même à l'acide sulfurique concentré chaud, au bisulfate de potasse, aux lessives alcalines. Bien moins fusibles que le sphène, ils fondent à peu près à la même température que l'alumine, en donnant un verre incolore.

» L'analyse a été faite sur des cristaux qui avaient été séparés de la tridymite et de la silice gélatineuse par l'emploi de la liqueur Thoulet; la seule impureté visible au microscope était une trace de cassitérite. La densité a été trouvée de 4,34. Pour l'analyse, on a fondu la matière avec du carbonate de soude, repris par l'acide chlorhydrique très étendu : il se sépare quelques flocons de silice. On recueille ceux-ci sur un filtre, la liqueur filtrée est précipitée par l'acide sulfhydrique. Le sulfure stannique formé est transformé en oxyde et celui-ci pesé. La liqueur, après séparation de l'étain, est évaporée à sec; on reprend par l'eau, on filtre sur le premier filtre pour rassembler toute la silice, et la liqueur filtrée est précipitée par l'oxalate d'ammoniaque. J'ai trouvé ainsi les résultats suivants :

	I.	II.	Calculé pour CaO, SiO^2, SnO^2.
Chaux	»	20,4	21,0
Silice	23,5	22,8	22,5
Acide stannique	55,8	56,4	56,4
		99,6	99,9

» On voit que la formule est bien CaO, SiO^2, SnO^2, et que les données précédentes permettent d'admettre l'existence d'un silicostannate de chaux isomorphe avec le sphène.

» Du reste, dans une expérience où l'on avait fondu du chlorure de calcium en présence d'un mélange de silice, d'acide titanique et d'acide stannique, il s'est formé des cristaux semblables aux précédents, dans lesquels l'analyse qualitative a montré la présence de la chaux et des trois acides.

» Ajoutons que, dans les opérations qui précèdent, il se forme souvent sur les parois, au-dessus du niveau du chlorure de calcium, et entre le creuset et le couvercle, des petits cristaux très brillants de cassitérite en prismes bipyramidés. Il se fait aussi, aux dépens du creuset, si l'action se prolonge un peu, des cristaux isotropes en forme d'icositétraèdres, qu'il y a lieu de rapporter au grenat grossulaire $3CaO, Al^2O^3, 3SiO^2$, d'après les expériences de M. A. Gorgeu [1]. »

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 1885.

MINÉRALOGIE. — *Description d'une* thomsonite *lamellaire de Bishopton (Renfrewshire, Ecosse)*. Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« Les *porphyrites labradoriques* de Bishopton (Renfrewshire, Écosse) sont particulièrement riches en zéolithes. Au mois d'août 1884, j'ai recueilli dans les déblais du tunnel de cette localité une petite géode formée par des lamelles nacrées d'un blanc rosé offrant quelque ressemblance avec certaines variétés de stilbite.

» L'examen des propriétés optiques, puis l'analyse chimique permettent d'assimiler ce minéral à la *thomsonite*. Cependant cette variété a un aspect tellement spécial que j'ai pensé utile de la faire connaître, d'autant plus que j'ai rencontré dans un grand nombre de collections, sous le nom de *gyrolite*, la même substance provenant du Stirlingshire.

» Le clivage habituel suivant g^1 (010) de la thomsonite est micacé dans la variété qui fait l'objet de cette Note; les lamelles sont groupées dans tous les sens, leur extrémité libre dans les géodes est terminée d'une façon irrégulière par des facettes arrondies appartenant à la zone ph^1 (001)(100). Les lamelles de clivage sont plissées parallèlement à leur allongement suivant l'arête de zone $h^1 g^1$ (100)(010). Il existe en outre des traces de clivage suivant ph^1 (100) et p (001).

» Le plan des axes optiques est parallèle à p (001).

» La bissectrice positive (n_g) est normale au clivage facile g^1 (010).

$$2E = 85^\circ \text{ environ},$$
$$\rho < \upsilon.$$

» La biréfringence maximum est

$$n_g - n_p = 0,027.$$

» Examinées en lumière parallèle, les sections minces de la zone $h^1 g^1$ (100)(010) font voir les lamelles groupées en éventail ou imbriquées les unes sur les autres et présentant les extinctions irrégulières et incomplètes dues aux superpositions de lames minces, si fréquentes dans les zéolithes.

» Au chalumeau cette substance se gonfle et fond facilement en un émail blanc; elle donne beaucoup d'eau dans le tube, elle est très facilement attaquable par l'acide chlorhydrique en faisant gelée.

» L'analyse m'a donné les résultats suivants :

			Oxygène.	Rapports.
SiO^2	38,44		20,48	4
Al^2O^3	30,24		14,19	3
CaO	13,44	3,83	5,49	1
NaO	6,45	1,66		
HO	11,83		10,50	2
	100,38			

» Les rapports d'oxygène

$$RO : Al^2O^3 : SiO^2 : HO :: 1 : 3 : 4 : 2,$$
$$RO = (0,7\,CaO,\ 0,3\,NaO)$$

peuvent s'exprimer par la formule

$$ROAl^2O^3, 2SiO^2 + 2HO.$$

» La densité à 13° C. est de 2,34.

» Les échantillons désignés sous le nom de *gyrolite* de Stirlingshire possèdent également les propriétés optiques qui viennent d'être décrites; j'ai pu m'assurer par des essais qualitatifs qu'ils renferment une quantité très notable d'alumine. Ils ne peuvent donc pas être assimilés à la gyrolite qui a les mêmes propriétés optiques et chimiques que l'apophyllite. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une épidote blanche du canal du Beagle (Terre de Feu).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« M. Domenico Lovisato, professeur à l'Université de Cagliari, a rapporté de la Terre de Feu une épidote blanche formant avec du quartz des veines au milieu d'une série de schistes chlorito-amphiboliques de Garda (île Hoste), canal du Beagle, et dont il a bien voulu me confier l'examen.

» Ce minéral forme des masses constituées par des aiguilles blanches clivables dans deux directions parallèles à leur allongement.

» L'examen de leurs propriétés optiques fait voir qu'il doit être considéré comme une épidote. En effet, il est monoclinique, allongé suivant l'arête ph^1(001)(100). Le plan des axes optiques est parallèle à g^1(010), la bissectrice est positive et normale à une face de la zone ph^1(001)(100). L'écartement des axes optiques est très grand, $2v = 75°$ environ.

» La biréfringence subit les variations considérables caractéristiques de l'épidote et signalées autrefois par M. Michel Lévy ; son maximum est

$$n_g - n_p = 0,04 \text{ environ.}$$

» On observe une grande quantité d'inclusions à bulle mobile. Chauffé au rouge, ce minéral réduit en poudre fine s'agglutine et devient brun ; au chalumeau, il fond en donnant une scorie brune en forme de chou-fleur.

» Avec le borax, il donne les réactions du fer et de la silice. A peine attaquable par les acides bouillants, la substance se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique en faisant gelée lorsqu'elle a été calcinée.

» La densité, à + 5°, est de 3,21.

» L'analyse, faite d'après la méthode Deville, m'a donné les résultats suivants :

		Oxygène.		Rapports.
SiO^2	37,95	20,24		3
Al^2O^3	30,38	14,16		2
FeO	7,83	1,74		
CaO	20,34	5,80	7,91	1
MgO	0,93	0,37		
Perte au feu	2,64			
	100,07			

» Les rapports

$$RO : Al^2O^3 : SiO^2 :: 1 : 2 : 3$$

peuvent s'exprimer par la formule

$$6RO, 4Al^2O^3, 9SiO^2,$$
$$RO = (0,22 FeO + 0,78 CaO).$$

Cette épidote est remarquable par sa richesse en alumine et par le degré d'oxydation du fer qu'elle renferme. Son aspect extérieur lui donne une grande ressemblance avec la zoïsite : le système cristallin et ses propriétés optiques ne laissent aucun doute sur sa véritable nature. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de l'organisation des Schizonémertiens* ([1]).
Note de M. **Remy Saint-Loup**, présentée par M. de Quatrefages.

« Les anatomistes qui ont étudié les Némertiens sont d'accord pour constater la variabilité de la forme des organes appelés *fossettes céphaliques* et celle de leurs rapports avec les ganglions cérébraux. (*Voir* les travaux de MM. de Quatrefages, Blanchard, Barrois, Marion, C. Vogt, Mac Intosh, Hubrecht, etc.) J'ai eu l'occasion de reconnaître d'une manière précise la disposition de ces organes et de consigner ([2]) les résultats obtenus par l'étude de trois types. Les faits anatomiques qui suivent complètent les précédentes observations.

» *Cerebratulus viridis.* — J'avais donné primitivement à ce Schizonémertien le nom de *Lineus viridis;* mais, en considération de la nomenclature de Hubrecht, qui réserve le nom de *Lineus* à des Cérébratuliens de l'Océan, j'adopterai pour l'espèce dont il s'agit le terme générique de *Cerebratulus*.

» Le cerveau est entouré en partie de substance nerveuse chargée d'hémoglobine (substance nerveuse respiratoire de Hubrecht); une cavité isole ce cerveau respiratoire du parenchyme sarcodique. Les rames céphaliques qui s'étendent de l'extrémité du museau jusqu'au niveau de l'ouverture buccale donnent naissance, à leur extrémité postérieure, à un canal cilié qui débouche dans la cavité péricérébrale.

» Un pilier charnu, décrit depuis longtemps par M. de Quatrefages, partant du museau et en continuité de tissu avec lui se dirige intérieurement et traverse la masse cérébrale. Dans ce pilier sont creusés : 1° un canal longitudinal ouvert à l'extrémité du museau et par lequel passe la trompe; 2° deux canaux latéraux, ouverts à côté de celui de la trompe, isolés l'un de l'autre dans leur trajet jusqu'au niveau de la masse cérébrale, puis se réunissant pour émettre, d'une part, un canalicule de communication avec la cavité pharyngienne et finir, d'autre part, par une ouverture dans la cavité péricérébrale. De sorte que la cavité qui contient la substance hémoglobinée communique avec l'extérieur, à la fois par les fossettes céphaliques et par les conduits latéraux du pilier central. Tous ces canaux sont ciliés, à l'exception de celui qui se rend à la cavité pharyngienne.

([1]) Études faites au laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

([2]) *Sur les fossettes céphaliques des Némertes* (*Comptes rendus*, juin 1886).

» On sait que les produits sexuels se développent dans le parenchyme compris entre les parois du corps et l'intestin ; j'ai pu constater qu'ils étaient parfaitement développés dans le voisinage de la cavité péricérébrale.

» Dans le cerveau, on distingue, indépendamment de la substance hémoglobinée, les fibres et les cellules nerveuses. Les fibres constituent les bandelettes commissurales supérieures et inférieures qui font la continuité de substance du cerveau autour du pilier central, traversent en figurant des entre-croisements variés les amas ganglionnaires formés par les cellules nerveuses périphériques, puis se continuent dans les nerfs sans présenter de formations ganglionnaires accessoires.

» *Ophiocephalus Elizabethæ.* — Le Némertien dont il s'agit me paraît être une variété de la *Borlasia Elizabethæ* de Mac Intosh. Je préfère le nom d'*Ophiocephalus* delle Chiaje, employé par Keferstein pour des Némertiens semblables à celui-ci, et qui a l'avantage de ne pas prêter à la confusion qui résulte de l'emploi trop fréquent du terme *Borlasia* pour des espèces absolument dissemblables entre elles.

» L'ouverture externe des canaux du pilier se fait dans un court sillon ventral médian qui part de l'orifice de la trompe et détermine ainsi la séparation de la partie inférieure du museau en deux lobes. Une dépression dorsale correspondante existe également, mais ne communique avec aucune ouverture des canaux du corps. Le sillon ventral, la dépression dorsale et les deux fentes latérales céphaliques déterminent par leurs jonctions la figure cruciale dont parle Keferstein chez *Ophiocephalus.* Cet auteur soupçonne, sans la démontrer cependant, la communication des rainures dorsales ou ventrales avec les organes internes.

» Les communications de la cavité péricérébrale avec l'extérieur existent, comme chez *Cerebratulus viridis,* par les conduits latéraux du pilier central, mais je n'ai pas vu de canalicule pharyngien. Il est à remarquer qu'ici la substance hémoglobinée, tout en gardant des relations de contact avec le cerveau, présente des rapports beaucoup plus intimes avec la cavité pharyngienne. Une couche épithéliale intestinale sépare seule ce tissu de la cavité. De plus, l'extrémité des conduits latéraux qui émanent des fossettes céphaliques vient se perdre dans la substance hémoglobinée et présente, sur son trajet dans cette substance, une enveloppe de granulations fortement colorées en jaune brun. Ainsi une formation glandulaire excrétrice est formée précisément dans le tissu auquel on attribue les fonctions chimiques respiratoires.

» Les troncs nerveux longitudinaux, qui s'étendent dans toute la longueur du corps de l'animal, sortent latéralement de la masse cérébrale inférieure; les nerfs optiques partent du cerveau supérieur.

» Chez *Ophiocephalus Elizabethæ*, comme chez *Cerebratulus viridis*, on ne retrouve plus le tissu hépatique signalé par M. Marion chez *Borlasia Kefersteinii*, ni les cellules à concrétions uriques qui accompagnent l'intestin du *Tetrastemma flavidum*, mais des granulations pigmentaires d'un brun foncé sont assez nombreuses en quelques points du tube digestif, se remarquent plus ténues dans le parenchyme sarcodique et plus fragmentées encore dans les couches dermiques où elles forment le pigmentum. Il semble donc que les Némertiens présentent, suivant les espèces, des variations notables dans la localisation d'éléments qui ont la même fonction chimique dans l'économie. J'ai signalé chez les Hirudinées des faits du même ordre et montré la relation des tissus dits *hépatiques* avec les tissus pigmentaires dermiques. Il me paraît intéressant de constater, chez des animaux où l'appareil circulatoire ne contient pas de globules sanguins ou d'éléments semblables, la migration de corpuscules dont le rôle semble être une action chimique dans les phénomènes d'assimilation digestive et dans ceux de respiration en tant que fixation d'oxygène, puis finalement leur excrétion sous forme de pigment.

» Il convient de rapprocher tous ces dispositifs, que révèle l'étude anatomique, pour mieux comprendre la physiologie des animaux inférieurs. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système vasculaire colonial des Tuniciers.* Note de M. **F. Lahille**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans ses savantes recherches sur les Synascidies, M. le professeur Giard attribue à ces Tuniciers, un « appareil vasculaire colonial que l'on » peut considérer, dit-il, comme une sorte de réservoir où les divers ani- » maux puisent ou rejettent le sang » (*Recherches*, p. 31). Toutes les Ascidies composées présenteraient donc une véritable circulation coloniale et celle-ci existerait même chez les *Diplosomidæ* où Mac-Donald ne l'a pas reconnue. « Cette erreur de Mac-Donald provient de ce que, la tunique étant » très mince, le réticulum vasculaire unissant les animalcules n'est pas » englobé dans cette membrane comme chez les autres Synascidies. » (*Rech.*, p. 154).

» Cette assertion de M. Giard, partagée encore par quelques autres naturalistes, et causée par les opinions de M. Milne-Edwards sur la morphologie des Ascidies, ne peut être admise dans sa généralité, et toutes mes observations m'ont prouvé que le système vasculaire colonial des Tuniciers, au lieu d'être une règle absolue, n'est en réalité qu'une exception. La plupart des cormus de Synascidies sont en effet de simples agrégations d'individus isolés les uns des autres, à l'état adulte et possédant chacun un système circulatoire propre. On ne rencontre un réseau vasculaire colonial que chez quelques familles seulement.

» Les genres qui présentent un pareil réseau sont ceux qui possèdent une blastogénèse basilaire stoloniale : *Perophora*, *Clavelina*, quelques types de la famille des *Cionidæ* (¹), et quelques formes voisines. Dans ces conditions, les blastozoïdes sont presque entièrement indépendants et ils peuvent, sans se gêner l'un l'autre, atteindre l'état adulte. Encore faut-il remarquer que, dans certains cas, les individus peuvent s'isoler entièrement. C'est ainsi que, l'année dernière, j'ai souvent rencontré à Roscoff des colonies de Clavelines à nombreux individus isolés par suite d'une atrophie des stolons, et alors la taille de ces blastozoïdes était plus grande qu'elle n'est d'habitude. Je suis convaincu que c'est ce même phénomène qui a dû produire les formes isolées d'*Ecteinascidia* et très probablement les *Rhopalona*.

» Pas plus que M. Roule, je n'ai pu trouver la moindre différence anatomique entre ce dernier genre et le genre *Diazona*, que je considère par suite comme une forme coloniale correspondant aux *Rhopalona*. Les différences de taille proviennent d'une absence primitive ou secondaire du bourgeonnement, et, de même que dans le règne végétal, on voit ici la multiplicité entraîner avec elle une réduction de volume. On peut enfin remarquer d'une manière générale que ce sont les Synascidies présentant des individus presque isolés en apparence (*Ecteinascidia*, *Clavelina*, etc.) qui, précisément, réalisent le mieux, grâce à leur réseau vasculaire, le type colonial.

» Chez tous les autres Tuniciers, ce réseau vasculaire n'existe jamais, et ce que l'on a envisagé comme tel a une tout autre signification. Les

---

(¹) Je range dans la famille des *Cionidæ* les genres : 1° *Ciona* Fleming 1828, s. g. : *Pleurociona* Roule, 1885; 2° *Diazona* Savigny, 1815, s. g. : *Rhopalona* Philippe, 1843 et *Ecteinascidia* Herdman, 1879. Ce dernier est une forme intermédiaire entre les *Diazona* et *Rhopalona*.

chaînes de *Salpes* sont manifestement, tout comme les *Pyrosomes*, de simples agrégations. Dans ces derniers cas pourtant, les individus sont comme implantés dans une tunique basilaire où l'on distingue des prolongements ectodermiques semblables à ceux des *Didemnidæ*, sans anastomoses réciproques, et pouvant néanmoins simuler quelquefois un réseau.

» Les *Diplosomidæ*, *Didemnidæ* et *Leptoclinidæ* possèdent, outre ces mêmes prolongements ectodermiques, des cônes musculaires fixateurs. Ceux-ci peuvent être très longs, et ce sont ceux qui se trouvent dans le réseau plus ou moins lâche de substance tunicale, sous-jacent à la tunique commune de ces animaux, produit par l'ectoderme même des cônes fixateurs. Ce sont donc ces derniers que M. Giard a pris pour de véritables vaisseaux coloniaux, notamment chez les *Diplosoma Listerianum* (*Pseudodidemnum cristallinum* Giard). Inutile d'ajouter que ces cônes fixateurs ne se bifurquent pas et ne s'anastomosent pas entre eux.

» Dans l'importante et nombreuse famille des *Aplididæ*, il n'existe pas même une apparence de réseau colonial. Les individus peuvent sortir très facilement du cormus sous des influences très diverses; ils ne présentent aucun appendice vasculaire, et, à l'état adulte, ils sont complètement isolés les uns des autres. Dans les *Cystodytes durus* et *cretaceus* (Banyuls) et *Cystodites* delle Chiaje (Naples) [1], je n'ai également jamais rencontré d'appendice vasculaire. En revanche, j'en ai trouvé de fort nombreux, ramifiés même, chez les *Distaplia magnilarva* et *rosea*. M. della Valle dit qu'il n'existe pas ici non plus d'anastomoses entre les appendices des divers individus. L'état des quelques échantillons de Naples que j'ai eus à ma disposition ne m'a pas permis de vérifier ce dernier fait.

» Chez les *Botryllidæ* enfin, les anastomoses des appendices vasculaires ne se produisent qu'après la blastogénèse; de telle sorte qu'au début les jeunes cœnobies sont de simples agrégations, et ce n'est que plus tard que se forme un réseau vasculaire colonial secondaire. Dans tous les derniers cas que je viens d'examiner, le bourgeonnement étant direct et non plus stolonial, il était à prévoir que les individus ne pourraient plus atteindre leur croissance complète qu'après séparation du progéniteur.

» Puisque la plupart des Synascidies ne sont donc que des agrégations, elles ne restent plus séparées des Monascidies que par leur origine blastogénétique. Mais la valeur de ce caractère est d'autant plus insuffisante que

(1) Ce dernier animal a été décrit par M. le Professeur della Valle, sous le nom de *Distoma* delle Chiaje, et il doit rentrer dans le genre Cystodytes.

certaines colonies, les *Diplosomidæ*, par exemple, s'accroissent en même temps et autant peut-être par oozoïdes que par blastozoïdes. En outre, dans les régions organiques, on peut trouver tous les passages entre la reproduction par œufs et par bourgeons, et, en dernière analyse, ovogénèse et blastogénèse se confondent. La seule objection un peu sérieuse qu'on pouvait donc faire jusqu'ici à la réunion complète des Monascidies et Synascidies : l'origine entièrement blastogénétique des cormus et la présence générale d'un réseau vasculaire colonial, étant écartée, il ne reste plus un seul motif pour séparer désormais ces deux ordres de Tuniciers. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur les nerfs craniens d'un embryon humain de trente-deux jours*. Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Grâce aux remarquables travaux de M. le professeur H. Fol, l'étude de l'embryologie humaine a fait, dans ces derniers temps, de grands progrès. C'est pourquoi, ayant eu l'heureuse fortune de posséder un embryon de 10^{mm} de long, en très bon état de conservation, de M. le Dr Bouton, je n'ai pas hésité à en entreprendre l'anatomie par la méthode des coupes.

» La théorie de Balfour, d'après laquelle les nerfs craniens seraient disposés sur un type absolument différent des nerfs spinaux et proviendraient primitivement d'un nerf mixte à racine dorsale unique, repose sur un fait négatif, à savoir l'impossibilité pour lui de découvrir dans ces nerfs craniens des racines antérieures comparables à celles des nerfs spinaux. Déjà Marshall a combattu cette hypothèse par des arguments sérieux. A mon tour, je viens l'attaquer, en m'appuyant sur de nouvelles données. Prenons comme point de départ le nerf trijumeau. C'est celui dont la disposition ressemble le plus à celle des nerfs spinaux. Dans notre embryon, le ganglion du trijumeau, le plus gros de tous ceux des nerfs craniens, se voit en arrière et au-dessous de l'œil avec ses trois branches principales. Comme dans les nerfs spinaux, on trouve deux racines; mais, au lieu d'être séparées à leur origine par toute la hauteur du bulbe, elles sont, au contraire, très rapprochées. La racine motrice, après son entrée dans le bulbe, se recourbe pour gagner le noyau moteur situé à sa base, tandis que la racine sensitive se dirige obliquement vers la face dorsale. Les connexions avec les centres nerveux sont donc les mêmes que dans la moelle. Il y a eu, seulement, une convergence plus grande des racines, dès leur sortie,

comme si la racine antérieure eût été entraînée avec les cellules où elle prend naissance : en effet, celles-ci, au lieu d'être nettement limitées en une *corne antérieure* comme dans la moelle, s'étendent du côté dorsal et forment une bande qui, en certains points, occupe la moitié de la hauteur du bulbe.

» La racine motrice, ainsi constituée, s'accole immédiatement au ganglion, tout le long de sa face interne, mais sans aucun mélange de fibres.

» Indépendamment de ce faisceau moteur principal, il en existe un autre, plus petit, qui pénètre dans le ganglion dès son origine et qui, après l'avoir traversé sans se confondre avec lui, vient se jeter dans le précédent au point où il se continue dans la branche maxillaire inférieure.

» Supposons que le faisceau principal soit aussi enveloppé par les cellules ganglionnaires; rien ne sera changé dans les connexions fondamentales, et la réunion de la racine motrice à l'extrémité proximale du ganglion ne sera qu'apparente. C'est là une disposition qui se réalise complètement pour le glosso-pharyngien et le pneumogastrique. Ces paires craniennes naissent du milieu de la hauteur du bulbe par deux ordres de racines, les unes motrices, qui, parties de la base, remontent vers le dos et se recourbent à leur sortie pour s'accoler aux autres venues de la face dorsale et, par conséquent, sensitives. Outre ces racines motrices *intrabulbaires*, j'en ai découvert d'autres qui ne diffèrent en rien des racines spinales antérieures, ni par leur origine, ni par leurs connexions. C'est ainsi que pour chacun de ces nerfs il existe un faisceau très grêle de fibres motrices qui sort du bulbe, à sa base, près de la ligne médiane, et qui va s'unir au nerf à l'extrémité distale du ganglion supérieur.

» Ainsi tombe l'argumentation de Balfour tirée de l'absence de telles racines antérieures.

» Les nerfs facial et auditif forment une paire en tout comparable à la cinquième.

» Quant aux nerfs moteur oculaire commun et moteur oculaire externe, ils naissent absolument de la même manière que les racines spinales antérieures.

» Le pathétique est constitué par des fibres motrices qui contournent les tubercules quadrijumeaux déjà formés et reçoivent à leur sortie des fibres sensitives. C'est donc un nerf mixte dès l'origine.

» Le spinal offre une disposition intéressante. Au moment où il s'accole à la face interne du premier ganglion cervical, celui-ci envoie du côté

dorsal du nerf un prolongement cellulaire qui va se confondre avec le ganglion du pneumogastrique. Dans tout son parcours, il reçoit des fibres motrices isolées qui ont la même origine que celles de l'hypoglosse, mais qui se dirigent en sens inverse pour sortir du côté dorsal. Comment expliquer ce changement de direction?

» L'augmentation de diamètre du tube médullaire a nécessairement entraîné un accroissement plus considérable des masses cellulaires et, par suite, de la corne antérieure; il en est résulté que le bourgeonnement des racines antérieures s'est aussi fait sur une plus grande étendue. Les fibrilles naissant du côté dorsal, étant plus rapprochées du ganglion, se sont d'abord unies à lui, et il s'est établi une sorte de *balancement* par suite duquel les racines antérieures proprement dites ont diminué de plus en plus d'importance.

» Si l'on admet les idées de Cl. Bernard sur la sensibilité récurrente, il est facile de rattacher les nerfs à racine antérieure unique aux autres paires craniennes. Le moteur oculaire commun et le moteur oculaire externe feront partie de la cinquième paire; l'hypoglosse se rattachera soit au pneumogastrique, soit à la première paire cervicale.

» Les limites de cette Note ne nous ont pas permis de décrire les noyaux d'origine et leurs rapports. Qu'il nous suffise de dire que nos recherches confirment celles de MM. Vulpian et Mathias Duval chez l'adulte.

» En résumé, les paires craniennes sont construites d'après un type absolument comparable aux paires rachidiennes. Les différences apparentes résultent d'une modification secondaire de la disposition primitive, modification due à l'accroissement rapide et précoce du tube médullaire pour constituer le bulbe. »

ANATOMIE. — *Sur l'évolution épidermique et l'évolution cornée des cellules du corps muqueux de Malpighi.* Note de M. **J. Renaut**, présentée par M. A. Chauveau.

« J'ai ramené, en avril 1882 [1], les cellules de la névroglie des Cyclostomes à une signification purement épithéliale et ectodermique. J'ai consi-

[1] J. Renaut, *Recherches sur les centres nerveux amyéliniques : la névroglie et l'épendyme* (*Arch. de Physiologie*, mars 1882).

déré en même temps les fibres névrogliques comme les homologues des filaments émis par la couche périphérique (écorce ou exoplasme) des cellules du corps muqueux de Malpighi. M. Ranvier a montré que ces filaments, qu'il avait découverts, répondent bien en réalité à des fibres comparables à celles de la névroglie ([1]). Il soutient aujourd'hui « que les cellules mal-
» pighiennes ont une structure fibrillaire, et que le corps muqueux tout
» entier est constitué par un plexus fibreux dont chaque point nodal est
» occupé par le noyau et le protoplasma d'une cellule ([2]). »

» Dans ma Communication au congrès de Grenoble ([3]), j'ai omis à tort de faire l'historique précédent; je le rétablis donc en tête de cette Note, destinée à corriger et à étendre la première. Je me propose en effet ici de mettre en lumière la destinée et le rôle des fibres unitives des cellules du corps muqueux dans l'*évolution épidermique*, comparée à l'*évolution cornée* de ces mêmes cellules.

» Si l'on fixe pendant douze heures, à l'aide des vapeurs osmiques et dans la chambre humide, le modèle épidermique du sabot du fœtus de vache, quand ce modèle ne dépasse pas en longueur 20^{mm} à 25^{mm} et que le limbe unguéal, répondant à la future paroi du sabot, commence à peine à s'y différencier, on peut suivre sur des coupes sagittales, colorées par le picrocarminate, l'éosine hématoxylique ou la purpurine, le double processus de la formation de la corne unguéale et de l'épiderme. L'observation n'étant pas gênée par l'envahissement massif des cellules par la substance cornée, ce processus apparaît entièrement dégagé, comme celui de l'ossification dans un os décalcifié. On voit alors que, immédiatement au-dessus de la couche profonde et ici stratifiée des cellules prismatiques, chaque cellule malpighienne prend brusquement une forme globuleuse qu'elle conserve jusqu'au voisinage de la surface du modèle épidermique. Le noyau reste isolé au centre d'une zone claire arrondie, *zone endoplastique*, limitée par une écorce ou *zone exoplastique* que le picrocarminate et l'éosine teignent en rouge. Cette zone est fibrillaire et, à sa surface, se forment des différenciations tangentielles consistant en des fibres raides qui passent, comme des baguettes réfringentes, sur des séries de cellules, sans offrir d'anastomoses ni de divisions; après quoi elles s'infléchissent dans une ligne de ciment, et sortent du plan de la préparation pour se poursuivre dans un

---

([1]) L. Ranvier, *Sur la structure des cellules du corps muqueux de Malpighi* (*Comptes rendus*, 26 décembre 1882).

([2]) *Exposé des titres et travaux scientifiques de M. Ranvier*, p. 64; 1885.

([3]) J. Renaut, *Congrès de Grenoble*, p. 461; août 1885.

autre de la même manière. Ces fibres de toute longueur sont les *fibres unitives* des cellules malpighiennes. Ici, mieux que partout ailleurs à ma connaissance, elles reproduisent le type des fibres névrogliques. Elles sont énormes et sautent aux yeux sous un faible grossissement. C'est pourquoi je les ai choisies pour objet d'étude et j'ai cherché ce qu'elles deviennent : (A) dans l'evolution cornée, c'est-à-dire dans le limbe unguéal; (B) dans l'évolution épidermique, c'est-à-dire dans tout le reste du modèle épithélial du sabot.

» A. Dans la partie qui deviendra l'ongle, c'est-à-dire une corne persistante, au fur et à mesure qu'on s'élève du corps muqueux vers le limbe unguéal, les fibres unitives, dirigées en majeure partie en sens inverse de la poussée de l'ongle, se multiplient et deviennent plus grêles, tout en restant raides et rectilignes. Les noyaux des cellules demeurent aussi gros que dans le corps de Malpighi; les lignes de ciment restent larges, traversées par les fibres unitives figurant les épines bien connues. Dans ces conditions, les lignes de ciment, les fibres unitives et l'écorce exoplastique sont envahies par la substance cornée. Les cellules sont donc kératinisées sans avoir perdu ni leur noyau, fait que tout le monde connaît, ni leurs moyens d'union constitués par les fibres unitives, fait qui me paraît au contraire nouveau et qui rend compte de la solidité de la corne vraie. Cette imprégnation cornée n'est pas précédée, comme on sait ([1]), de l'apparition de l'éléidine au-dessous du limbe unguéal. J'ai constaté, d'autre part, que le processus de l'évolution cornée, tel que je le décris, se reproduit dans l'épidermicule et l'écorce des poils, dont les cellules complètement kératinisées conservent leurs fibres unitives, marquées à la surface de longues séries de cellules par des stries parallèles, brillantes, droites, continues et faisant relief.

» B. La couche granuleuse, renfermant l'éléidine, existe au contraire, comme dans tout épiderme vrai, dans la portion du modèle épidermique du sabot qui ne répond pas au limbe unguéal ([2]). Au-dessous d'elle, le corps muqueux montre, de même que dans la matrice de l'ongle, de magnifiques fibres unitives. Au-dessus d'elle, par contre, il n'y en a plus aucune à la surface des cellules ni dans les lignes de ciment, qui sont extrêmement réduites. L'écorce de chaque cellule est seulement parcourue par de minces filaments lâches, curvilignes tout autour de la cellule, et ne

---

([1]) L. Ranvier, *De l'éléidine et de la répartition de cette substance dans la peau, etc.* (*Archives de Physiologie*, 1884).

([2]) L. Ranvier, *ibid.*

s'en dégageant qu'exceptionnellement pour passer dans l'écorce d'une autre, mais jamais sous forme de fibres unitives vraies, raides et rectilignes. La kératinisation, répondant ici à l'évolution épidermique, s'opère par suite sur des éléments collés entre eux, mais dont les joints ne sont pas chevillés. L'épiderme sera desquamant.

» On sait que, dans l'épiderme, les noyaux des cellules s'atrophient au-dessus de la ligne granuleuse. Dans le modèle épidermique du sabot du veau, cette atrophie étant progressive, on peut en suivre les étapes. Le noyau devient d'abord tout petit; il reste au centre de la zone endoplastique arrondie et claire. Dans cet état, il donne parfois un dernier indice de son activité : il s'étire en biscuit, se divise, et la cellule renferme deux petits noyaux. C'est là un exemple inattendu d'activité formative dans un élément en voie d'atrophie. Puis le noyau se déforme : des incisures lui donnent la configuration de trèfles ou de rosettes; il se résout enfin en grains que les réactifs des noyaux teignent comme la chromatine. Au voisinage de la surface, la cellule de globuleuse devient aplatie; les filaments de son écorce se résolvent en grains brillants placés à la file. Tout à fait à la surface, la cellule s'ouvre le plus souvent comme une amande qu'on fend. Une de ses moitiés, répondant à l'écorce filamenteuse, tombe et desquame, puis l'autre. Cela me porte à penser que les squames épidermiques, qui ne renferment aucun vestige de noyau, répondent aussi à des moitiés de cellules et non à une cellule entière mise en liberté.

» Ainsi l'apparition de l'éléidine, dans l'évolution épidermique, est le signal de la fonte des fibres unitives, et peut-être le produit même de cette fonte est-il l'éléidine elle-même. L'éléidine n'est certainement pas une substance kératogène, puisqu'elle manque régulièrement dans le corps muqueux évoluant en formations cornées persistantes. Elle existe au contraire partout où les cellules malpighiennes, après leur complète évolution, ne doivent pas rester solidement unies. Son apparition indique que la formation des fibres unitives va s'arrêter et rétrograder, que la cellule va perdre son noyau comme si l'éléidine était un poison pour lui : c'est l'*évolution épidermique*. Son absence montre au contraire, chez les mammifères, qu'on est en présence de l'*évolution cornée vraie :* c'est-à-dire de celle qui saisit la cellule malpighienne telle qu'elle était dans le corps muqueux, avec toute sa vitalité accusée par la persistance du noyau, et tous ses moyens d'union avec ses similaires, constitués par les filaments unitifs [1]. »

---

[1] Travail du laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'action physiologique du méthylal.* Note de MM. A. Mairet et Combemale.

« Le méthylal, acétal obtenu par l'action de la potasse sur le forméthylal, est un corps liquide, mobile et réfringent, d'odeur éthérée, d'une densité de 0,8551. Plus volatil que l'éther, il bout à 42° et est soluble dans l'eau, l'alcool, les huiles, etc. Ce corps, auquel M. Personali (de Turin) attribue des propriétés hypnotiques, nous a paru intéressant à étudier au point de vue de son action physiologique.

» Nos expériences, au nombre de vingt, ont porté sur douze animaux : 4 cobayes, 6 chats, 1 chien, 1 singe. Le méthylal a été introduit dans l'économie par les trois voies : sous-cutanée, stomacale, pulmonaire.

» Par la *voie hypodermique*, l'introduction du méthylal est très douloureuse, peut parfois produire une syncope et donne lieu, s'il est injecté pur, à des ulcérations consécutives.

» A une dose variant entre $0^{gr},25$ et $0^{gr},50$ par kilogramme du poids du corps, on note un peu de salivation; puis, un quart d'heure ou une heure après l'injection, l'animal se couche et s'endort. Le sommeil est calme, mais l'animal reste sensible aux excitations extérieures; les réactions sont lentes. Lorsque la dose atteint $0^{gr},50$ par kilogramme du poids du corps, le sommeil devient plus profond et les excitations ont besoin d'être plus intenses pour le faire cesser. L'animal dort ainsi pendant plusieurs heures ; nous l'avons suivi pendant six heures. Au réveil, il est lourd, apathique, mais bientôt il revient complètement à lui.

» Entre $0^{gr},50$ et $1^{gr},20$ par kilogramme du poids du corps, le sommeil devient invincible, l'animal s'endort en mangeant ou tout à côté de ses ennemis naturels; les excitations périphériques ont besoin d'être plus intenses encore que tout à l'heure pour produire des réactions lentes et faibles. Seulement, d'autres phénomènes apparaissent : légère dilatation pupillaire, fatigue musculaire considérable touchant de près à la parésie, l'animal saute avec peine et ne peut se tenir debout; élévation du pouls au début et salivation très marquée. Ces différents phénomènes disparaissent au bout de quelques heures, et alors le sommeil persiste seul avec les caractères indiqués plus haut. A ce moment, on note un léger abaissement de la température.

» Au-dessus de 2^{gr} par kilogramme du poids du corps, il y a deux phases très nettes dans l'intoxication. Dans la première, affaissement avec somno-

lence, phénomènes paralytiques surtout marqués à l'arrière-train, mais pouvant se généraliser progressivement, hyperexcitabilité musculaire et parfois secousses convulsives spontanées dans les membres, sensibilité générale et sensorielle diminuée et retardée, pupille dilatée, chute de la température, légère augmentation de la fréquence du pouls, respiration difficile, fréquente, se faisant en plusieurs temps; les poils se hérissent.

» Deux ou trois heures après le début de l'expérience, apparaît la seconde phase; la parésie a disparu ou considérablement diminué, les autres phénomènes se sont amendés, il n'existe plus que le sommeil avec ses caractères ordinaires. Au réveil, les urines, supprimées jusqu'alors, réapparaissent; l'animal reste abruti, sans initiative, sans appétit, maigrit, et il lui faut plusieurs jours pour se remettre.

» A ces doses élevées, la gravité des symptômes a été variable et semble tenir au degré de résistance de l'individu, et la mort peut survenir : un cobaye a succombé à l'injection de $2^{gr},35$ de méthylal par kilogramme du poids de l'animal.

» A l'*autopsie*, on trouve une congestion généralisée de l'encéphale et du bulbe, des hémorragies punctiformes dans le parenchyme pulmonaire et le muscle cardiaque, des marbrures du foie et de la congestion de la substance corticale des reins.

» Par la *voie stomacale*, on constate les mêmes symptômes que précédemment et le sommeil se produit aux mêmes doses, mais il est plus tardif; il n'arrive que deux ou trois heures après la prise et est peut-être plus persistant.

» Par la *voie pulmonaire*, nous avons soumis deux chats renfermés dans une caisse *ad hoc*, une fois à des pulvérisations de 4^{gr} de méthylal dans 50^{gr} d'eau, et une seconde fois à l'évaporation spontanée de $8^{gr},50$. Dans le premier cas, nous n'avons obtenu que de la somnolence; dans le second cas, le sommeil s'est montré comparable à celui que donnait la voie souscutanée, seulement il s'accompagnait d'irritation des muqueuses oculaire, nasale et bronchique, avec larmoiement, éternuements et toux.

» Tels sont les résultats de nos expériences. Ils prouvent que, quelle que soit la voie d'entrée, les effets généraux produits par le méthylal sont les mêmes à quelques différences près : ainsi le sommeil est plus rapidement obtenu par la voie hypodermique et par la voie pulmonaire, mais il est peut-être plus persistant par la voie stomacale. Disons en outre que les effets principaux du méthylal restent les mêmes, peu importe le genre de l'animal soumis à l'expérience; toutefois, plus l'animal est élevé dans l'é-

chelle des êtres, plus il s'est montré sensible à l'action somnifère du méthylal; chez le Cobaye même, nous n'avons jamais pu produire le sommeil vrai, nous n'avons obtenu que de la somnolence ou bien, à doses élevées, des troubles comateux et paralytiques; chez le Singe, au contraire, il faut des doses moitié moindres que chez le Chien et chez le Chat pour amener le sommeil. Ajoutons enfin que l'élimination du méthylal se fait rapidement et qu'elle affectionne tout particulièrement la voie pulmonaire, si bien que, pendant le temps qu'on pratique l'injection hypodermique, l'haleine de l'animal sent déjà le méthylal et que cette odeur persiste plusieurs heures, même si la dose est faible.

» En résumé donc, si, à des doses élevées, le méthylal donne lieu à des phénomènes toxiques divers et entraîne la mort en produisant des lésions irritatives atteignant différents organes, ce qui domine l'action de cette substance, c'est le sommeil, sommeil sur les caractères duquel nous avons suffisamment insisté et qui, à des doses relativement faibles, c'est-à-dire allant de $0^{gr},25$ à $0^{gr},50$ par kilogramme du poids du corps, est à peu près le seul symptôme observé.

» Le méthylal est donc un *hypnotique* et, à en juger par la rapidité de son élimination, par l'absence ou le peu de troubles qui se montrent au réveil, un hypnotique qui ne s'accumule pas dans l'économie et dont le degré de toxicité est faible, puisqu'il faut le porter à plus de $0^{gr},50$ par kilogramme du poids du corps pour voir des phénomènes graves contre-indiquant son emploi, et à plus de 2^{gr} pour produire une intoxication vraie.

» Ces prémisses physiologiques étant connues, nous avons transporté le méthylal dans le domaine thérapeutique. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de vallées submergées dans le golfe de Gênes.* Note de M. **A. Issel**, présentée par M. Hébert.

« Le bateau à vapeur de la marine royale italienne *Washington*, commandé par le capitaine de vaisseau J.-B. Magnaghi, a relevé récemment avec beaucoup de soin et de détails l'hydrographie du golfe de Gênes, qui n'était connue que par des sondages clairsemés déjà anciens. Il est résulté de ce travail une nouvelle carte hydrographique très riche d'indications que j'ai pu consulter, grâce à l'obligeance du capitaine Magnaghi.

» Les courbes qui servent à indiquer les lignes d'égale profondeur sont tracées sur cette carte avec toute l'exactitude possible d'après les règles

que l'on suit en topographie pour la construction des courbes horizontales; elles donnent, par conséquent, une idée très complète de la configuration du fond. Certains détails topographiques que l'on peut facilement apprécier par ce moyen se rattachent à un phénomène des plus intéressants au point de vue de la Géologie; c'est pourquoi j'essayerai d'en rendre compte.

» On sait que le golfe de Gênes est limité par une côte abrupte et rocheuse, souvent même taillée à pic, dont la forme arquée est due à la direction dominante des chaînes de montagnes qui bordent le littoral. Les montagnes sont moins élevées à l'est qu'à l'ouest.

» Tandis que la chaîne principale de l'Apennin n'atteint qu'un maximum de 1803^m au Mesurasca (Ligurie orientale) et seulement 1598^m au mont Antola, au nord-est de Gênes, les pics d'une altitude supérieure à 2000^m sont assez nombreux dans les Alpes maritimes, à l'extrémité occidentale de la Ligurie, et l'un d'eux, le Mongivie, s'élève à 2631^m. A l'est comme à l'ouest, le versant maritime des montagnes est plus rapide et plus escarpé que le versant opposé.

» Le fond de la mer est, comme d'habitude, la contre-partie du littoral; les profondeurs sont d'autant plus considérables que les montagnes de la côte plus voisine sont plus élevées. Depuis Menton jusqu'à Voltri le fond descend beaucoup plus rapidement que depuis Voltri jusqu'au golfe de la Spezia; en effet, la courbe de 50^m passe au large de l'île Palmaria de 3 milles environ, puis se replie vers la côte pour se maintenir à une distance moyenne de 1 mille jusqu'à la hauteur de Voltri, et de ce point jusqu'à Menton elle se rapproche bien davantage du littoral. Cette ligne présente de légères sinuosités dirigées vers la terre devant les embouchures des torrents Polcevera, Bisagno, Argentina, Nervia, Roia et autres.

» La ligne de 200^m passe assez loin de la côte, vers l'extrémité orientale du golfe (à 7 milles environ de l'île de Palmaria), pousse une pointe vers le cap Mesco, puis s'éloigne un peu du rivage de la partie moyenne du golfe pour se rapprocher de terre depuis Voltri jusqu'à Menton; sa distance de ce dernier point est encore de $6\frac{1}{2}$ milles. Cette ligne offre des sinuosités profondes, toujours dirigées vers le littoral, devant les embouchures des torrents que je viens de nommer et de plusieurs autres.

» La ligne de 500^m passe à 25 milles au sud-ouest de la Spezia, mais son éloignement diminue jusqu'à la hauteur de Moneglia; de ce point elle suit presque régulièrement les méandres de la ligne de 200^m, dont elle se rapproche peu à peu depuis Voltri jusqu'à Menton. Les sinuosités dont il a été question à propos des lignes précédentes se répètent dans celle-ci.

» Dans certaines parties du golfe les lignes de 50^m et de 200^m, et surtout celles de 200^m et de 500^m, sont extraordinairement voisines. En face du cap de Noli, par exemple, la distance des deux dernières n'est plus que d'un demi-mille.

» La ligne de 1000^m, qui est très irrégulière, passe au sud de Gênes, près du centre du golfe, puis remonte vers la côte occidentale qu'elle suit à une distance variable de 8 à 14 milles. Certaines sinuosités de la ligne de 500^m, celles entre autres qui correspondent aux embouchures de la Polcevera, de la Roia et de la Nervia, s'accusent encore faiblement dans la ligne de 1000^m.

» La ligne de 2000^m enfin limite une dépression sous-marine qui se développe du nord-est au sud-ouest, parallèlement à la côte de Noli à Ventimiglia; elle passe à 12 milles seulement de la terre, à la hauteur des caps de San Lorenzo et de l'Arma.

» Au sud-ouest de Gênes, près de la corde de l'arc formé par le rivage du golfe, on trouve la profondeur maximum de 2081^m; à quelques milles vers le sud-ouest, mais déjà en dehors du golfe, la profondeur s'accroît de 200^m à 300^m.

» Ce qu'il y a de plus remarquable dans les observations que j'ai rapportées, c'est que les vallées de presque tous les cours d'eau de la Ligurie occidentale, notamment du Bisagno, de la Polcevera, du Quiliano, de l'Aquila, du Merula, de l'Arma, de l'Argentina ou Taggia, du Nervia et du Roia, se continuent dans des vallées sous-marines qui conservent sensiblement la même direction, et sont bien distinctes jusqu'à la profondeur de 900^m au moins; c'est aussi que le rapprochement extraordinaire des lignes de côtes de 200^m et de 500^m, sur quelques parties de leur parcours, indique l'existence de véritables terrasses submergées.

» Les deux vallées qui correspondent l'une au Bisagno, l'autre à la Polcevera, mesurent, à 4 milles au large, la première 500^m, la seconde 592^m de profondeur; et le seuil qui les sépare à la même distance de la terre n'a pas plus de 135^m de profondeur. La dépression par laquelle se continue la vallée de la Roia atteint, à 1 mille et $\frac{3}{4}$ du rivage, 536^m de profondeur, tandis que des deux côtés le fond se relève à 200^m environ. Un peu plus au large, à 4 milles et $\frac{1}{8}$, le fond de la vallée descend à 931^m, et les berges mesurent des deux côtés 445^m et 410^m. Ces exemples suffisent pour démontrer qu'il s'agit d'un fait bien constaté.

» Les vallées torrentielles du Bisagno, de la Polcevera, du Mercula, de l'Arma, de l'Argentina et de la Nervia, qui se continuent ainsi au-dessous

du niveau de la mer, sont toutes creusées dans la formation éocène, surtout dans les calcaires marneux à fucoïdes et les schistes argileux du ligurien. La vallée du Quiliano traverse des schistes cristallins, du permien, des marnes et des sables pliocènes. L'Aquila coule à travers un calcaire helvétien et une formation triasique (calcaires dolomitiques et schistes talqueux). La vallée de la Roia coupe une série de terrains très variés, au point de vue lithologique et chronologique qui va depuis le permien jusqu'au pliocène.

» Les détails bathymétriques dont je viens de rendre compte s'expliquent facilement si l'on admet que le golfe de Gênes, anciennement émergé en grande partie, a été parcouru par des rivières torrentielles, occupant de grandes vallées plus développées que les vallées actuelles.

» Un affaissement de la Ligurie, postérieur à la dernière phase du creusement de ces vallées, et qu'on peut évaluer à 900^{m}, s'est ensuite effectué à une époque récente. Le phénomène s'étant produit graduellement et ayant subi des phases de ralentissement ou d'arrêt, il en est résulté que les plate-formes littorales, dues à l'action mécanique des vagues, ont formé des terrasses, aujourd'hui submergées. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les sondages artésiens et les nouvelles oasis françaises de l'Oued Rir' (Sud algérien).* Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. F. Perrier.

« L'attention de l'Académie des Sciences ayant été appelée récemment par M. de Lesseps (¹) sur le projet de colonisation que M. le commandant Landas a entrepris dans le Sud tunisien, au bord de la mer, près de Gabès, je me permettrai de m'inscrire comme ayant eu, quatre ans plus tôt, l'initiative d'une œuvre identique dans la région de l'Oued Rir', au sud de Biskra, œuvre qui peut être considérée dès aujourd'hui comme accomplie, et qui avait également pour objet la recherche d'eaux artésiennes et la mise en valeur de terrains incultes au moyen de l'irrigation.

» L'Oued Rir', capitale Tougourt, est la première région du Sahara où la sonde artésienne ait fait ses preuves, et où l'on ait vu des oasis nouvelles créées par des Français en plein désert : l'exemple de ce qui avait été fait avec succès dans cette région n'est sans doute pas étranger à la conception

(¹) *Comptes rendus*, 10 janvier 1887.

du programme Landas, à Gabès, programme beaucoup plus pratique que l'ancien projet de mer intérieure du colonel Roudaire, mais d'un ordre d'idées tout différent, il faut le reconnaître.

» Dans une Note précédente [1], j'ai décrit le régime des eaux artésiennes de l'Oued Rir', et indiqué l'allure de la nappe aquifère qui, semblable à une rivière ou à une artère souterraine, règne en profondeur sous cette vallée, soit sur 130^{km} de longueur du nord au sud, et le long de laquelle s'échelonnent à la surface une série d'oasis prospères.

» L'Oued Rir' est comme une petite Égypte avec un Nil souterrain.

Depuis 1856, année de la conquête de ce pays par les troupes françaises, des travaux remarquables de sondages y ont été exécutés sous l'habile direction de M. Jus, l'ingénieur bien connu. On y compte actuellement 117 puits jaillissants français, tubés en fer, et 500 puits indigènes, simplement boisés : le débit total de tous ces puits est d'environ 4^{mc} d'eau par seconde, ce qui équivaut au dixième du débit de la Seine dans ses basses eaux, et à celui de cours d'eau assez importants pour donner leurs noms à des départements. Cet énorme volume d'eaux artésiennes vient d'une profondeur de 70^{m} à 75^{m}, avec une température moyenne de 25°,1.

» Tel puits jaillissant de l'Oued Rir' débite 6000^{lit} d'eau par minute, tel autre, 5000^{lit}; les puits de 3000^{lit} à 4000^{lit} sont nombreux : avec un semblable débit, on peut irriguer 40^{ha} à 80^{ha}, suivant la nature du sol, et obtenir une excellente utilisation des eaux d'arrosage.

» Règle générale, les puits français tubés, dont certains datent aujourd'hui de trente ans, n'ont pas varié de débit depuis leur exécution. Exceptionnellement, il est vrai, quelques sondages ont eu leur contre-coup sur des puits voisins, dont ils étaient trop rapprochés; mais pareil fait ne s'est jamais produit quand on a placé les sondages à une distance suffisante les uns des autres. Rien n'indique, en somme, qu'on soit près d'atteindre la limite du débit dont est capable ce bassin artésien, surtout si l'on dirige les nouvelles recherches vers des parties du bassin où l'artère n'a encore subi aucune saignée.

» Le même accident qui vient d'avoir lieu au premier puits de Gabès avait déjà été observé, en 1879, dans l'Oued Rir', au puits n° 1 de Tala em Mouïdi. Par suite d'un tubage défectueux, l'eau, dont la force d'ascension était très grande, se fraya passage, par le bas, extérieurement à la colonne métallique, et produisit de tels affouillements dans les terrains encaissants,

---

(1) *Comptes rendus*, 14 septembre 1885.

qu'il survint un effondrement général des abords du puits, à la place duquel on vit se former une excavation de 12^m sur 14^m et un étang artésien, un *bahr* (pl. *behour*).

» On rencontre dans l'Oued Rir' beaucoup d'étangs ou de lacs analogues, dont les eaux, artésiennes et tièdes, remplissent des gouffres profonds et offrent, en général, un faible écoulement (1); le bahr Merdjedja, près de Tougourt, a 2^{km} de longueur. Ce sont, d'après M. Jus, d'anciens puits ou groupes de puits indigènes, qui se sont éboulés. D'autre part, certains behour doivent se trouver aux points d'émergence de sources naturelles, et tel est le cas de presque tous les petits réservoirs d'eaux jaillissantes, appelés *chria*, qui occupent les sommets de monticules, épars dans la plaine, et sont comparables à de petits volcans d'eau. Notons de nombreuses stations de silex taillés préhistoriques, découverts par M. Jus sur les monticules des chria de l'Oued Rir'.

» Nul doute que ce furent toutes ces sources naturelles qui, dans des temps sans doute fort reculés, donnèrent aux indigènes l'idée de creuser des puits artésiens dans l'Oued Rir'. Mais c'est à la sonde française qu'il était réservé de faire apparaître toute la richesse de ce bassin artésien.

» En trente ans, grâce aux sondages et à l'accroissement graduel des eaux d'irrigation, la valeur des oasis a plus que quintuplé, et, comme conséquence, la population indigène a plus que doublé.

» Aujourd'hui, c'est en dehors des oasis indigènes et loin d'elles, au milieu des vastes steppes de la région, que de nouveaux sondages font jaillir l'eau où elle manquait, et permettent de vivifier par l'irrigation des terrains jusqu'alors réputés stériles; ce sont des Français qui ne craignent pas de faire de l'agriculture dans ces parages lointains, et qui vont, à leurs risques et périls, sans avoir demandé à l'État aucune concession de terrain, entreprendre une œuvre féconde de création agricole et de colonisation au Sahara.

» Déjà cinq oasis nouvelles ont été plantées et créées de toutes pièces dans l'Oued-Rir' : en 1879, Tala em Mouïdi, par le capitaine Ben Driss; en 1881, Chria Saïah, par la Compagnie de l'Oued Rir', que MM. Fau et Foureau ont fondée en 1878; et de 1882 à 1886, Ourir, Sidi Yahia et Ayata, par la Société de Batna et du Sud algérien, que M. de Courcival et moi avons fondée en 1881, et dont M. Jus est devenu le directeur. A elle seule,

---

(1) G. Rolland, *Sur les Poissons, Crabes* et *Mollusques vivants rejetés par les puits artésiens jaillissants de l'Oued Rir'* (*Comptes rendus*, 19 décembre 1881).

cette dernière Société a créé trois centres agricoles et construit trois villages, foré sept puits artésiens, défriché ou aménagé 400^{ha} et planté 50 000 palmiers-dattiers. Nous plantons à raison de 200 palmiers par hectare, règle que l'expérience nous a fait adopter.

» Le palmier-dattier peut rapporter annuellement un millier de francs par hectare, net des frais de culture. Pour produire et prospérer, il exige une irrigation régulière, surtout en été, et le soleil du Sahara n'est jamais trop brûlant ponr la maturité de ses fruits. La sécheresse de l'atmosphère saharienne est non moins nécessaire à la qualité des dattes : les dattes des oasis situées près de la mer, dans le Sud tunisien, sont de qualité inférieure, bien qu'on y cultive les mêmes variétés de palmiers que dans les oasis de l'intérieur ([1]).

» En revanche, le climat du littoral semble plus favorable aux autres cultures, que l'on peut faire sous les palmiers et à leur ombrage. Nous poursuivons cependant divers essais d'acclimatation dans l'Oued Rir'.

» Des observations météorologiques ont été commencées dans notre bordj d'Ourir, à 100^{km} au sud de Biskra, et je ne manquerai pas de travailler à ce que, installés dans l'Oued Rir', nous fassions de mieux en mieux connaître cette intéressante région. »

M. **Em. Delaurier** adresse un Mémoire « Sur l'utilisation de la force des vagues et des courants de la mer. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

([1]) A. Letourneux, *Association française pour l'avancement des Sciences*, 1884.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie présente, par l'organe de son Doyen, M. *Hermite*, la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Laguerre* :

En première ligne	M. **Poincaré**.
En deuxième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Appell**. M. **Goursat**. M. **Humbert**. M. **Mannheim**. M. **Picard**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 janvier 1887.

Du régime alimentaire. Traitement hygiénique des malades; par Germain Sée. Paris, Adrien Delahaye et Émile Lecrosnier, 1887; in-8°.

Traité élémentaire de Pathologie générale; par H. Hallopeau; 2e édition. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; in-8°. (Renvoi au concours de Médecine et Chirurgie.)

Les fumeurs d'opium en Chine. Étude médicale; par le Dr H. Libermann; 2e édition. Boulogne-sur-Mer, Vve Charles Aigre, 1886; br. in-8°. (Renvoi au concours de Médecine et de Chirurgie.)

Traité pratique et descriptif des maladies de la peau; par Alfred Hardy. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1886; in-8°. (Renvoi au concours de Médecine et Chirurgie.)

Notice sur la vie et les travaux de Barré de Saint-Venant; par MM. J. Boussinesq et Flamant. Paris, Vve Ch. Dunod, 1886; br. in-8°.

Journal d'Hygiène, publié par le Dr Prosper de Pietra-Santa.

Société d'Histoire naturelle de Toulouse. Bulletin trimestriel (1886).

Société d'encouragement à l'enseignement libre et catholique; séance du 12 décembre 1886. Lyon, impr. du *Salut public.*

Il regno di Guglielmo I *in Sicilia, illustrato con nuovi documenti; da* G.-B. Siragusa. Palermo, 1886; 2 petits in-8°.

De Justitia et Justo, Trattato del cardinale Laborante, ora per la prima volta stampato per cura di G.-B. Siragusa. Palermo, 1886; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JANVIER 1887.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Ranvier*, pour remplir la place devenue vacante dans la Section d'Anatomie et Zoologie par suite du décès de M. *Charles Robin*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Ranvier** prend place parmi ses Confrères.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la commensurabilité des moyens mouvements dans le système solaire.* Note de M. **F. Tisserand**.

« Si les moyens mouvements de deux planètes étaient exactement commensurables, les formules ordinaires de la théorie des perturbations cesse-

raient d'être applicables. Les lacunes signalées il y a une vingtaine d'années par Kirkwood dans l'anneau des astéroïdes, et qui ont été confirmées par les découvertes ultérieures, correspondent précisément à des régions telles que, si l'on y supposait une planète, le rapport de son moyen mouvement à celui de Jupiter serait exprimé par un nombre fractionnaire simple. Plusieurs astronomes ont été ainsi conduits à penser que la commensurabilité exacte pouvait être une cause d'instabilité. M. W. Meyer, dans son Mémoire *Sur le système de Saturne* (Genève, 1884), va même jusqu'à dire que « la Théorie de l'attraction universelle démontre d'une manière » positive que, dans un système quelconque, deux planètes tournant dans » le même sens autour d'un centre commun ne pourraient pas exister si » leurs temps de révolution autour de ce centre étaient dans un rapport » commensurable simple ».

» Cependant, Gauss faisait remarquer à Bessel, en 1812, que le rapport des moyens mouvements de Jupiter et de Pallas diffère peu de la fraction $\frac{7}{18}$, et il ajoutait que « l'attraction de Jupiter doit maintenir exactement ce rapport », comme cela arrive pour les durées de rotation et de circulation de la Lune.

» Les travaux récents de M. Gyldén et de son élève M. Harzer paraissent confirmer les vues de Gauss, ou tendent du moins à prouver que la commensurabilité exacte des moyens mouvements n'est pas un obstacle à la stabilité. Les considérations suivantes, dirigées dans un autre ordre d'idées, pourront, je l'espère, éclairer un peu cette question délicate.

» Je me bornerai, comme dans un travail antérieur ([1]), à considérer les rapports de commensurabilité de la forme $\frac{j}{j-1}$, j désignant un entier positif. Je supposerai que la petite planète P se meut dans le plan même de l'orbite de Jupiter qui sera le seul corps perturbateur, et dont les éléments seront regardés comme invariables.

» On obtiendra les éléments variables de P par l'intégration des équations

$$(\mathrm{A})\qquad \left\{\begin{aligned} \frac{d\mathrm{L}}{dt} &= \frac{\partial \mathrm{R}}{\partial l}, & \frac{dl}{dt} &= -\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial \mathrm{L}},\\ \frac{d\mathrm{G}}{dt} &= \frac{\partial \mathrm{R}}{\partial g}, & \frac{dg}{dt} &= -\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial \mathrm{G}}.\end{aligned}\right.$$

» Nous désignons respectivement par k, a, n, e, l, g, a', n', m' : la

([1]) *Bulletin astronomique*, t. III, p. 425.

constante de Gauss, le demi grand axe, le moyen mouvement, l'excentricité, l'anomalie moyenne et la longitude du périhélie de la planète (comptée dans le plan de l'orbite de Jupiter); le demi grand axe, le moyen mouvement et la masse de Jupiter (la masse du Soleil étant prise pour unité); enfin L et G sont définis par les formules

$$L = k\sqrt{a}, \qquad G = k\sqrt{a(1-e^2)}.$$

» Quant à la fonction R, elle est égale à la fonction perturbatrice ordinaire augmentée de $\frac{k^2}{2a}$. Nous supposerons que l'on suive, pour intégrer les équations (A), la méthode appliquée par Delaunay à la Lune; nous considérerons à part un terme périodique de R et la portion principale de la partie non périodique, en prenant

$$R_0 = \frac{k^2}{2a} + \frac{k^2}{2a'} m' b^{(0)} + \frac{k^2}{2a'} m' A e^2 - \frac{k^2}{2a'} m' B e \cos\theta,$$

où nous avons posé

$$\alpha = \frac{a}{a'} < 1, \qquad A = \frac{1}{2}\left(\alpha \frac{db^{(0)}}{d\alpha} + \frac{1}{2}\alpha^2 \frac{d^2 b^{(0)}}{d\alpha^2}\right), \qquad B = 2jb^{(j)} + \alpha \frac{db^{(j)}}{d\alpha},$$
$$\theta = j\mathcal{L}' - (j-1)l - jg;$$

$b^{(0)}$ et $b^{(j)}$ ont la signification bien connue, et $\mathcal{L}'$ désigne la longitude moyenne de Jupiter.

» Le terme périodique introduit est le plus important de tous, parce que nous supposons le rapport $\frac{n'}{n}$ peu différent de $\frac{j-1}{j}$. En remplaçant R par R_0, on peut intégrer rigoureusement les équations (A); c'est cette intégration et la discussion correspondante qui sont le but de la présente Communication; il restera ensuite à faire varier les quatre constantes ainsi introduites, de manière à faire disparaître de R les termes périodiques les plus sensibles, après celui qui a été considéré plus haut.

» Nous aurons alors les équations suivantes

$$(1) \quad \begin{cases} \dfrac{dL}{dt} = -(j-1)\dfrac{k^2}{2a'} m' B e \sin\theta, & \dfrac{dG}{dt} = -j\dfrac{k^2}{2a'} m' B e \sin\theta, \\ \dfrac{dl}{dt} = -\dfrac{\partial R_0}{\partial L}, & \dfrac{dg}{dt} = -\dfrac{\partial R_0}{\partial G}; \end{cases}$$

on en trouve aisément ces deux intégrales

$$G = \frac{j}{j-1} L \quad + \text{const.},$$

$$R_0 + \frac{j}{j-1} n' L = \text{const.},$$

d'où, en déterminant les constantes par les données initiales représentées par des indices zéro, et posant $\lambda = \frac{j}{j-1}$,

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} 2\lambda(\sqrt{\alpha} - \sqrt{\alpha_0}) + \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\alpha_0} \\ \quad + m'(b^{(0)} - b_0^{(0)} + A e^2 - A_0 e_0^2 - B e \cos\theta + B_0 e_0 \cos\theta_0) = 0, \end{array} \right.$$

$$(3) \qquad \sqrt{1 - e^2} = \sqrt{1 - e_0^2} + (\lambda - \sqrt{1 - e_0^2})\left(1 - \sqrt{\frac{\alpha_0}{\alpha}}\right).$$

» D'ailleurs, la première des équations (1) donne

$$(4) \qquad \frac{d\alpha}{n' dt} = -(j-1)\sqrt{\alpha}\, m' B e \sin\theta.$$

» En éliminant θ entre (2) et (4), on trouve

$$(5) \qquad (j-1) n' dt = -\frac{d\alpha}{\sqrt{\alpha}\sqrt{U}},$$

$$U = m'^2 B^2 e^2$$
$$- \left[2\lambda(\sqrt{\alpha} - \sqrt{\alpha_0}) + \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\alpha_0} + m'(b^{(0)} - b_0^{(0)} + A e^2 - A_0 e_0^2 + B_0 e_0 \cos\theta_0)\right]^2;$$

e^2 étant supposé remplacé par sa valeur tirée de la relation (3), U sera une fonction de α, et (5) donnera α en fonction de t; on est ramené à une quadrature. Posons, pour pouvoir discuter,

$$a = a_0(1 + x), \qquad \text{d'où} \qquad \alpha = \alpha_0(1 + x);$$

x est nul pour $t = 0$; on pourra, au moins pour de petites valeurs de x, procéder à des développements suivant les puissances de x. On trouvera ainsi

$$e^2 = e_0^2 + x\sqrt{1 - e_0^2}(\sqrt{1 - e_0^2} - \lambda) + \ldots,$$

$$(6) \quad \left\{ \begin{array}{l} U = m'^2(B_0^2 e_0^2 + C_1 x + \ldots) \\ \qquad - [D_1 x + D_2 x^2 + \ldots + m'(B_0 e_0 \cos\theta_0 + E_1 x + \ldots)]^2, \end{array} \right.$$

où l'on a fait

$$B_0 = 2jb_0^{(j)} + \alpha_0 \frac{db_0^{(j)}}{d\alpha_0} > 0,$$

$$D_1 = \lambda\sqrt{\alpha_0} - \frac{1}{\alpha_0} = \sqrt{\alpha_0}\left(\frac{j}{j-1} - \frac{n_0}{n'}\right),$$

$$D_2 = \frac{1}{\alpha_0} - \frac{1}{4}\lambda\sqrt{\alpha_0},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

» La formule (5) donne du reste

$$(7) \qquad (j-1)\frac{n'}{\sqrt{\alpha_0}}dt = -\frac{(1+x)^{-\frac{1}{2}}}{\sqrt{U}}dx.$$

» Toute la discussion consiste à voir pour quelles valeurs de x on a $U > 0$.

» Nous distinguerons deux cas principaux :

» I. $D_1 \gtrless 0$. — Nous changerons de variable en faisant $x = m'\xi$, ce qui nous donnera

$$(j-1)\frac{n'}{\sqrt{\alpha_0}}dt = -\frac{(1+m'\xi)^{-\frac{1}{2}}}{\sqrt{V}}d\xi,$$

en posant

$$V = B_0^2 e_0^2 - (D_1\xi + B_0 e_0 \cos\theta_0)^2 + m'V_1 + m'^2 V_2 + \ldots.$$

» Si m' est assez petit ($m' = \frac{1}{1050}$ pour Jupiter), les valeurs de ξ devront être comprises entre deux limites qui différeront peu des racines de l'équation

$$B_0^2 e_0^2 - (D_1\xi + B_0 e_0 \cos\theta_0)^2 = 0;$$

x oscillera entre deux limites voisines de

$$x_1 = 2m'\frac{B_0 e_0}{D_1}\sin^2\frac{\theta_0}{2} \qquad \text{et} \qquad x_1' = -2m'\frac{B_0 e_0}{D_1}\sin^2\frac{\theta_0}{2}.$$

» Donc, dans ce cas, x sera toujours une petite quantité de l'ordre de m' : le grand axe et le moyen mouvement varieront entre deux limites très resserrées. On pourra prendre comme point de départ la valeur de x en fonction de t déterminée par la formule

$$(8) \qquad (j-1)\frac{n'}{\sqrt{\alpha_0}}dt = -\frac{dx}{\sqrt{m'^2 B_0^2 e_0^2 - (D_1 x + m' B_0 e_0 \cos\theta_0)^2}};$$

cette valeur est exprimée, comme on voit, par des *fonctions circulaires*.

C'est la solution usuelle; elle s'applique au cas où la commensurabilité n'est pas très approchée.

» II. $D_1 = 0$. — Nous ferons $x = \sqrt{m'}\eta$, ce qui nous donnera

$$(9) \qquad (j-1)\frac{n'}{\sqrt{\alpha_0}}\sqrt{m'}\,dt = -\frac{(1+\sqrt{m'}\eta)^{-\frac{1}{2}}}{\sqrt{W}}\,d\eta;$$

en posant

$$W = B_0^2 e_0^2 - (D_2\eta^2 + B_0 e_0 \cos\theta_0)^2 + \sqrt{m'}\,W_1 + m' W_2 + \ldots,$$

on a

$$D_2 = \frac{3}{4\alpha_0} > 0;$$

les valeurs de η devront donc rester comprises entre deux limites qui différeront peu des racines de l'équation

$$B_0 e_0 (1 - \cos\theta_0) - D_2 \eta^2 = 0.$$

» Donc x oscillera entre deux limites voisines de

$$x_2 = -\sqrt{2m'\frac{B_0 e_0}{D_2}}\sin\frac{\theta_0}{2} \qquad \text{et} \qquad x'_2 = +\sqrt{2m'\frac{B_0 e_0}{D_2}}\sin\frac{\theta_0}{2};$$

l'amplitude des variations sera plus grande, toutes choses égales d'ailleurs, à cause du facteur $\sqrt{m'}$ qui, dans les limites x_2 et x'_2, remplace le facteur m' des limites x_1 et x'_1; la période sera plus grande aussi, car le facteur $n'\,dt$ de la formule (8) est remplacé dans (9) par $n'\sqrt{m'}\,dt$.

» On pourra prendre comme point de départ la valeur de x déterminée par la formule

$$(j-1)\frac{n'}{\sqrt{\alpha_0}}\,dt = \frac{-dx}{\sqrt{m'^2 B_0^2 e_0^2 - (D_2 x^2 + m' B_0 e_0 \cos\theta_0)^2}}.$$

» On voit donc qu'ici les *fonctions elliptiques* s'introduisent nécessairement; il en sera de même si D_1, sans être nul, est une petite quantité de l'ordre de m'. Pour éviter cette solution de continuité, il vaudra mieux introduire dans tous les cas les fonctions elliptiques, auxquelles on serait obligé d'avoir recours à un moment donné; pour parer à toutes les difficultés, il conviendra de poser $C_1 = 2B_0 e_0 C'$ et de prendre comme point de départ la valeur de x qui résulte de la formule

$$(j-1)\frac{n'}{\sqrt{\alpha_0}}\,dt = \frac{-dx}{\sqrt{m'^2(B_0 e_0 + C'x)^2 - [D_1 x + D_2 x^2 + m'(B_0 e_0 \cos\theta_0 + E_1 x)]^2}}.$$

» On voit donc en somme qu'en réduisant R à R_0, la stabilité a lieu encore dans le cas de la commensurabilité exacte; mais il y a un changement analytique important dans les expressions des éléments en fonction du temps et dans les limites entre lesquelles oscillent a et e.

» Je ferai remarquer en terminant qu'on peut encore effectuer, à l'aide des quadratures, l'intégration des équations (A) quand on prend pour R la fonction suivante

$$R_1 = \frac{k^2}{2a} + \frac{k^2}{2a'}(\mathfrak{B}^{(0)} + \mathfrak{B}^{(1)}\cos\theta + \mathfrak{B}^{(2)}\cos 2\theta + \ldots),$$

de manière à embrasser à la fois tous les termes de la fonction perturbatrice dont les arguments sont des multiples de θ, les coefficients $\mathfrak{B}$ ayant leurs expressions complètes, qui sont des fonctions de α, de e et de e'; $\mathfrak{B}^{(p)}$ contient e^p en facteur.

» On a encore les deux mêmes intégrales que précédemment; on en conclut

$$(10)\qquad 2\lambda(\sqrt{\alpha} - \sqrt{\alpha_0}) + \frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\alpha_0} + m'\begin{pmatrix} \mathfrak{B}^{(0)} + \mathfrak{B}^{(1)}\cos\theta + \mathfrak{B}^{(2)}\cos 2\theta + \ldots \\ - \mathfrak{B}_0^{(0)} - \mathfrak{B}_0^{(1)}\cos\theta_0 - \mathfrak{B}_0^{(2)}\cos 2\theta_0 - \ldots \end{pmatrix} = 0.$$

» On a d'ailleurs

$$(11)\qquad (j-1)n'\,dt = \frac{d\alpha}{m'\sqrt{\alpha}(\mathfrak{B}_1\sin\theta + 2\mathfrak{B}_2\sin 2\theta + \ldots)}.$$

» Si l'on remplace dans les $\mathfrak{B}^{(p)}$ e par sa valeur tirée de la formule (3) et qu'on élimine θ entre (10) et (11), on sera amené à une quadrature

$$dt = \phi(\alpha)\,d\alpha,$$

qui donnera α en fonction de t. »

HISTOIRE DE LA CHIMIE. — *Métaux et minéraux provenant de l'antique Chaldée. Sur les origines de l'étain dans le monde ancien;* par M. **Berthelot.**

« En poursuivant mes études sur les origines de l'Alchimie et sur les métaux antiques, j'ai eu occasion d'examiner diverses matières, provenant, les unes du palais de Sargon, à Khorsabad, les autres des fouilles de Tello par M. de Sarzec, et tirées des précieuses collections du Louvre.

» Dans le cours de ses fouilles, en 1854, M. Place découvrit, sous l'une des pierres angulaires du palais de Sargon, un coffre de pierre contenant des tablettes votives, couvertes d'inscriptions cunéiformes très nettes, destinées à rappeler la fondation de l'édifice (706 av. J.-C.). D'après M. Place, ces tablettes auraient été au nombre de cinq; mais les inscriptions indiquent formellement qu'il y en avait sept, désignées nominativement. Quatre seulement de ces tablettes se trouvent aujourd'hui au musée du Louvre. Les trois autres sont perdues. Les quatre tablettes qui restent portent des inscriptions longues et détaillées. M. Oppert a publié la traduction de trois d'entre elles dans l'Ouvrage intitulé : *Ninive et l'Assyrie, par V. Place* (t. II, p. 303; 1870). Le sens en est à peu près le même pour les trois et se rapporte à la construction du palais. D'après cette traduction, les tablettes étaient en or, argent, cuivre, en deux autres corps dont les noms ont été identifiés avec le plomb et l'étain, ce dernier plus douteux, d'après M. Oppert; enfin en deux derniers corps portant le déterminatif des pierres employées comme matériaux de construction, et qui sont regardés comme du marbre et de l'albâtre. Malheureusement, chaque tablette ne contient pas à part le nom de la matière dont elle est faite.

» J'ai examiné les quatre tablettes actuellement existantes au Louvre. Elles sont rectangulaires et épaisses de plusieurs millimètres. La lame d'or est la plus petite; elle se reconnaît aisément, quoiqu'elle ait perdu son éclat. Elle pèse environ 167^{gr}. Elle a été façonnée au marteau. Le métal n'est pas allié avec un autre en proportion notable.

» La lame d'argent est également pure ou à peu près. Elle est légèrement noircie à la surface, en raison de la formation d'un sulfure, comme il arrive à l'argent exposé pendant longtemps aux agents atmosphériques. Elle pèse environ 435^{gr}. Je donne ces poids à titre de renseignements, sans préjuger la question de savoir s'ils répondaient aux valeurs relatives des métaux à l'époque de la fondation du palais : le rapport de l'or à l'argent a varié beaucoup suivant les temps et les lieux.

» La lame réputée de cuivre est profondément altérée et en partie exfoliée par l'oxydation. Elle pèse, dans son état actuel, environ 952^{gr}; ceci suffit pour montrer que les dimensions en sont beaucoup plus considérables que celles des deux autres. La couleur en est rouge foncé; c'est celle du protoxyde de cuivre. Cependant ce n'est pas du cuivre pur, mais du bronze. En effet, un échantillon prélevé à la lime sur les bords renfermait : étain, 10,04; cuivre, 85,25; oxygène, etc., 4,71.

» Il n'y a ni plomb, ni zinc ou autre métal en quantité notable. La pro-

portion de l'étain répond à celle d'un bronze jaune d'or; mais la présence du protoxyde de cuivre a altéré la couleur. Cette composition se retrouve dans un grand nombre de bronzes antiques. Je citerai un miroir égyptien, datant du XVIe ou du XVIIIe siècle avant notre ère, et que j'ai analysé autrefois pour M. Mariette. Il renfermait 9 parties d'étain et 91 de cuivre.

» La quatrième tablette est la plus intéressante de toutes, à cause de sa composition. Elle pèse environ 185gr. Elle est constituée par une matière d'un blanc éclatant, opaque, compacte, dure, taillée et polie avec soin. Elle a été réputée jusqu'ici formée par un oxyde métallique et désignée même à l'origine sous le nom de *tablette d'antimoine,* d'autres disent *d'étain,* d'après l'opinion qu'elle aurait été fabriquée autrefois avec un métal que le temps aurait peu à peu oxydé. Cependant, ni l'antimoine ni l'étain ne possèdent la propriété de s'altérer de cette façon, surtout lorsqu'ils sont contenus dans un coffre de pierre. Tout au plus le plomb ou le zinc sont-ils susceptibles de se changer en oxyde, ou en carbonate, dans un milieu humide; mais alors ils se désagrègent et tombent en poussière, tandis que la tablette est parfaitement compacte et couverte d'une inscription très fine et d'une extrême netteté. Sa nature réelle constituait donc une véritable énigme. Nous avons d'abord pratiqué avec précaution un sondage, et constaté qu'il n'existait pas de feuille de métal centrale dans l'épaisseur de la tablette. L'analyse chimique a indiqué que c'est du carbonate de magnésie pur et cristallisé, substance bien plus résistante aux acides étendus et aux agents atmosphériques que le carbonate de chaux. Le poli de cette tablette paraît avoir été complété à l'aide d'une trace presque insensible de matière grasse, laquelle se manifeste par calcination. Observons ici que notre magnésie et ses sels étaient inconnus dans l'antiquité et au moyen âge, le nom de magnésie ayant eu des sens très différents, multiples d'ailleurs. Le carbonate de magnésie pur et cristallisé est un minéral fort rare, que Haüy ne connaissait pas encore au commencement de ce siècle.

» Son association intime avec le carbonate de chaux donne lieu à la *dolomie,* roche, au contraire, fort répandue. On rencontre surtout le carbonate de magnésie en veines intercalées dans les schistes talqueux, serpentines et autres silicates magnésiens; il résulte de leur décomposition lente par les agents naturels. La matière de la tablette renferme quelques traces de silice, qui trahissent la même origine. Le choix d'un minéral aussi exceptionnel, pour fabriquer une tablette sacrée, n'a pas dû être fait au hasard : il répondait sans doute à quelque idée religieuse particulière. En tous cas, il prouve que les Assyriens connaissaient le carbonate de magnésie

comme une substance propre. A quel mot répondait réellement cette tablette dans l'inscription, où elle paraît figurer sous l'un des noms réputés métalliques? M. Oppert a bien voulu me dire qu'elle était désignée par le mot *a-bar*, pris auparavant pour celui de l'étain.

» Il m'a semblé utile, pour tâcher d'obtenir quelque lumière nouvelle à cet égard, d'analyser la matière même avec laquelle sont construits les grands taureaux du musée du Louvre et de rechercher surtout si elle contiendrait de la dolomie. Mais j'ai vérifié que c'est du carbonate de chaux cristallisé, présentant la constitution physique soit du marbre, soit plutôt de cette variété de calcaire confondue autrefois sous le nom d'albâtre avec le sulfate de chaux anhydre. Il ne m'appartient pas de discuter davantage la question philologique de la vraie dénomination de ces matières.

» Pendant que j'étudiais les tablettes de Khorsabad, M. Heuzey appela mon attention sur certains métaux provenant des fouilles de Tello par M. de Sarzec : c'étaient un fragment d'un vase et une figurine votive.

» Le fragment représente une portion d'un cordon circulaire cylindrique, de 7^{mm} à 8^{mm} de diamètre, qui formait l'orifice d'un vase moulé, préparé par fusion et coulage. On voit encore une partie de la gorge qui séparait ce cordon du corps du vase proprement dit. La forme en est très simple et sans aucuns délinéaments délicats, ni inscription. La surface est couverte d'une très légère patine d'un noir jaunâtre. La masse est formée par un métal brillant, noir, dont la cassure présente des cristaux volumineux et miroitants. La matière est très dure, mais fragile. D'après l'analyse, elle est constituée par de l'antimoine métallique, sensiblement pur et ne renfermant à dose notable ni cuivre, ni plomb, ni bismuth, ni zinc, mais seulement quelques traces de fer. La patine paraît être un oxysulfure, formé par l'action des traces d'hydrogène sulfuré qui existent dans l'atmosphère.

» L'existence d'un fragment brisé de vase moulé en antimoine pur a quelque chose de singulier; car l'industrie actuelle n'emploie pas ce métal pur à un semblable usage, quoiqu'elle se serve fréquemment de ses alliages, et je ne connais aucun autre exemple analogue dans les ustensiles, soit du temps présent, soit des temps passés.

» Cependant on m'avait affirmé que les Japonais l'emploient dans leurs fabrications et l'on m'a remis un petit dauphin ailé, réputé constitué par de l'antimoine. Mais l'analyse exacte de ce dauphin m'a montré qu'il contenait du zinc et divers métaux associés (étain, bismuth, fer). Si l'antimoine pur a été réellement employé par les Japonais, ce dont je doute, il y aurait là un rapprochement avec les industries chaldéennes.

» C'est d'ailleurs une circonstance extrêmement curieuse que la trouvaille authentique d'un tel fragment travaillé d'antimoine, faite à Tello, lieu demeuré inhabité depuis le temps des Parthes, et qui renferme les débris de la plus vieille civilisation chaldéenne. L'antimoine, en effet, est réputé ne pas avoir été connu des anciens et avoir été découvert seulement vers le xve siècle. Cependant on doit observer que les anciens connaissaient parfaitement notre sulfure d'antimoine, minéral naturel auquel ils donnaient le nom de *stibium* ou *stimmi* et qu'ils employaient à de nombreux usages, particulièrement en Médecine. Il existe même dans Dioscoride un passage reproduit par Pline et dont je crois pouvoir conclure que l'antimoine métallique avait déjà été obtenu à cette époque. On lit en effet dans Dioscoride (*Matière médicale,* Liv. V, Ch. XCIX) : « On brûle » ce minéral en le posant sur des charbons et en soufflant jusqu'à incan- » descence; si l'on prolonge le grillage, il se change en plomb (μολυβδοῦται). » Pline dit de même (*Histoire naturelle,* Liv. XXXIII, Ch. XXXIV) : « Il faut » surtout le griller avec précaution, pour ne pas le changer en plomb (*ne* » *plumbum fiat*). » Ces observations répondent à des phénomènes bien connus des chimistes. En effet, le grillage ménagé du sulfure d'antimoine, surtout en présence du charbon, peut aisément le ramener à l'état d'antimoine fusible et métallique, substance que Pline et ses contemporains confondaient, au même titre que tous les métaux noirs et facilement fusibles, avec le plomb. L'existence du vase de Tello prouve que l'on avait également en Mésopotamie, et dès une époque probablement beaucoup plus ancienne ([1]), essayé de préparer des vases moulés avec cette prétendue variété de plomb, moins altérable que le plomb ordinaire.

» La figurine métallique votive de Tello donne lieu à des observations non moins intéressantes. Elle représente un personnage divin, agenouillé, tenant une sorte de pointe ou cône métallique. Elle porte le nom gravé de Goudéah, c'est-à-dire qu'elle répond à l'époque la plus ancienne à laquelle appartiennent les objets trouvés jusqu'ici en Mésopotamie. M. Oppert lui attribuerait une antiquité de quatre mille ans avant notre ère. Nous nous trouvons ainsi reportés aux temps les plus reculés de la métallurgie histo-

---

([1]) Je reçois aujourd'hui même une Lettre de M. R. Virchow, qui m'annonce avoir publié, dans le *Bulletin de la Société anthropologique de Berlin,* une petite Note sur des ornements en antimoine pur, trouvés dans une ancienne nécropole transcaucasienne, datant probablement du temps de la première introduction du fer. C'est un autre exemple de l'antique connaissance de l'antimoine.

rique. Cette figurine est recouverte d'une épaisse patine verte; au-dessous de la patine, se trouve une couche rouge, constituée par le métal profondément altéré et oxydé dans la majeure partie de son épaisseur. Puis vient un noyau métallique rouge, qui offre l'apparence et la ténacité du cuivre proprement dit: c'est le dernier reste du métal primitif, progressivement détruit par les actions naturelles.

» La patine verte superficielle est un mélange de carbonate de cuivre et d'oxychlorure de cuivre hydraté (*atakamite*). Il résulte de l'altération du métal par les eaux saumâtres, avec lesquelles la figurine s'est trouvée en contact pendant la suite des temps.

» La couche moyenne est du protoxyde de cuivre à peu près pur, ne renfermant ni étain, ni antimoine, ni plomb ou métal analogue, ni zinc à dose notable; elle résulte d'une altération lente du cuivre métallique.

» Le noyau est du cuivre métallique, très sensiblement pur.

» L'absence de tout métal autre que le cuivre dans cette figurine mérite d'être notée. En effet, les objets de ce genre sont d'ordinaire fabriqués avec du bronze, alliage d'étain et de cuivre, plus dur et plus facile à travailler. L'absence de l'étain dans le cuivre de Tello pourrait offrir une signification historique toute particulière. En effet, l'étain est bien moins répandu que le cuivre à la surface de la terre et son transport a toujours été, dans l'antiquité comme de nos jours, l'objet d'un commerce spécial. En Asie spécialement, on n'avait, jusqu'à ces derniers temps, signalé d'autres gîtes d'étain un peu abondants que ceux des îles de la Sonde et des provinces méridionales de la Chine. Le transport de cet étain vers l'Asie occidentale se faisait autrefois par mer, jusqu'au golfe Persique et à la mer Rouge, au moyen d'une navigation longue et pénible; et il était transmis de là sur les côtes de la Méditerranée, où il venait faire concurrence à l'étain des îles anglaises, transporté à travers la Gaule, et à celui des gîtes de la Gaule centrale, peut-être aussi de la Saxe et de la Bohême.

» Des voyages aussi longs et aussi pénibles, des navigations si difficiles n'ont dû s'établir qu'après bien des siècles de civilisation. Les Phéniciens, venus autrefois des bords du golfe Persique à ceux de la Méditerranée, paraissent avoir été les premiers promoteurs de cette navigation, du moins en Occident (Strabon, L. III, Chap. V, 11).

» J'ai eu connaissance récemment de deux documents, qui sont de nature à fixer une origine moins lointaine à l'étain des bronzes de l'Assyrie et de l'Égypte. En effet, d'après une Note publiée par M. G. Bapst, un voyageur russe, M. Ogorodnikoff, aurait appris des habitants de Meched

qu'il existait à 120^{km} de cette ville et dans divers points du Khorassan des mines d'étain, actuellement en exploitation. Ces renseignements sont regardés par l'auteur comme sujets à caution, en raison de l'incertitude de témoignages purement oraux et fournis par des Tatars.

» Cependant, circonstance remarquable, ils se trouvent en certain accord avec un passage de Strabon, que m'a indiqué M. P. Tannery. Strabon signale en effet (Livre XV, Chap. II, 10) des mines d'étain dans la Drangiane, région qui répond au sud du Khorassan, au-dessous d'Hérat, vers les limites occidentales de notre Afghanistan. Mais le transport de l'étain jusqu'à la Chaldée aurait encore exigé un long voyage par terre, à travers des régions où les modernes pénètrent avec peine.

» Si l'étain est rare dans le monde, il n'en est pas de même du cuivre. Les minerais de cuivre abondent. Les mines du Sinaï, pour ne pas en citer de plus lointaines, sont célèbres dans la vieille Égypte. L'extraction du cuivre métallique de ses minerais est facile.

» En raison de ces circonstances, plusieurs archéologues ont supposé qu'un âge du cuivre pur, c'est-à-dire un âge où l'on fabriquait avec ce métal les armes et les ustensiles, avait dû précéder l'âge du bronze. Pour juger de cette hypothèse et pour établir la date à laquelle ont commencé ces transports lointains et cette vieille navigation, il serait nécessaire de posséder l'analyse des objets les plus anciens qui aient une date certaine, parmi les débris de l'antiquité venus jusqu'à nous. Or le bronze à base d'étain existait déjà en Égypte, près de deux mille ans avant notre ère.

» L'analyse de la figurine de Tello semble indiquer, au contraire, que l'étain n'était pas encore connu à l'époque reculée de la fabrication de cet objet, l'étain n'arrivant pas alors jusqu'au golfe Persique.

» Ce n'est là d'ailleurs qu'une induction, quelque circonstance religieuse ou autre ayant pu déterminer l'emploi exclusif du cuivre dans cette figurine : il faudrait examiner des objets plus nombreux et plus variés pour arriver à cet égard à une certitude. Mais il m'a paru intéressant de signaler les problèmes soulevés par l'analyse des métaux de Tello. »

M. DE LESSEPS communique les analyses suivantes de l'eau d'un puits artésien des Chotts tunisiens et de l'eau de la source naturelle d'Oued Ref, située à 7^{km} du puits.

	Puits artésien de 1885.	Source naturelle d'Oued Ref.
	gr	gr
Carbonate de chaux	0,607	0,252
Carbonate de magnésie	0,000	0,185
Sulfate de chaux	1,196	1,027
Sulfate de magnésie	0,490	0,000
Sulfate de soude	0,000	1,582
Chlorure de sodium	0,052	1,205
Chlorure de potassium	0,000	0,061
Chlorure de magnésium	0,842	0,000
Résidu par litre	3,187	3,412

M. de Lesseps annonce en même temps qu'il va faire analyser l'eau d'un puits de 1886.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Géométrie, pour remplir la place devenue vacante par le décès de M. *Laguerre*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Poincaré obtient ...... 31 suffrages.
M. Mannheim » ..... 24 »

Il y a un bulletin blanc.

M. POINCARÉ, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Expériences sur les effets des transfusions de sang dans la tête des animaux décapités.* Note de MM. G. HAYEM et G. BARRIER.

« Lorsqu'on fait passer, dans une tête de chien séparée du corps et devenue inerte depuis quelques minutes, une quantité suffisante de sang

oxygéné, on y voit renaître un certain nombre de mouvements remarquables.

» Témoin de ce fait il y a une trentaine d'années, M. Brown-Séquard, vivement impressionné, y a vu la preuve d'un retour de la volonté. Depuis cette époque, cette expérience si intéressante n'a été, que nous sachions, répétée par aucun physiologiste. Nous avons pensé qu'il serait utile de combler cette lacune (¹).

» Nos expériences ont été faites sur le chien, soit avec du sang de chien complet ou défibriné, soit avec du sang artériel et complet de cheval. La tête des animaux a été détachée rapidement d'un seul coup à l'aide d'une sorte de guillotine, et les déterminations relatives au temps ont été faites à l'aide d'un chronomètre à secondes.

» Dans cette première Note, nous décrirons successivement : 1° les phénomènes consécutifs à la décapitation; 2° les effets des transfusions immédiates; 3° ceux des transfusions pratiquées à une époque de plus en plus éloignée du moment où la tête est devenue complètement immobile.

» I. Dès que la tête est séparée du corps, les yeux sont agités de mouvements convulsifs, la physionomie exprime une sorte d'étonnement ou une grande anxiété, les mâchoires s'écartent violemment et la langue exécute quelques mouvements ou reste comme tétanisée.

» La tête de l'animal paraît avoir encore une certaine conscience du monde extérieur; mais cela est douteux et, en tout cas, cette première période des manifestations agoniques dure à peine trois à quatre secondes.

» Bientôt les yeux, déjà un peu enfoncés dans l'orbite et recouverts en partie par la membrane clignotante, deviennent immobiles; puis, la gueule s'étant refermée, il se produit une sorte d'effort respiratoire caractérisé par la dilatation des narines, le relèvement des commissures labiales, l'écartement brusque et prononcé des mâchoires, la rétraction de la langue dans le fond de la gueule.

» Dès ce moment, les sens spéciaux et la volonté paraissent éteints et le réflexe oculaire tend à s'affaiblir. Cet affaiblissement marche rapidement et, au bout de quelques secondes, le réflexe cornéen est totalement aboli.

(¹) Nous devons mentionner cependant les deux essais de transfusion faits par M. Laborde sur des têtes humaines, bien que ces opérations aient été exécutées dans des conditions où elles ne pouvaient donner aucun résultat, c'est-à-dire une heure au moins après la détroncation.

» Pendant ce temps les efforts respiratoires se renouvellent deux, trois ou quatre fois à des intervalles assez réguliers, mais en s'affaiblissant; puis la tête devient absolument inerte.

» Ces phénomènes agoniques durent environ une minute, jamais plus de deux minutes, et l'on note que le réflexe cornéen disparaît toujours avant la production du dernier effort respiratoire. Les pupilles sont alors dilatées ou ne tardent pas à le devenir.

» II. En disposant l'expérience de manière que la détroncation n'interrompe pas la circulation dans la tête de l'animal décapité, nous avons vu les manifestations volontaires persister dans cette tête tant que la circulation est restée suffisante. Pour atteindre ce résultat, nous avons établi une communication préalable entre les deux carotides de l'animal destiné à être décapité et l'artère crurale d'un autre chien.

» L'expérience réussit également avec le sang de cheval et, comme ce sang est moins coagulable que celui du chien, on peut, dans ce dernier cas, étudier ces manifestations volontaires pendant environ une demi-heure.

» III. Lorsque la transfusion est pratiquée quelques instants après que la tête est devenue complètement inerte, soit quelques minutes après la décapitation, on voit apparaître successivement les mouvements suivants :

» Contractions fibrillaires de certains muscles, en particulier des lèvres; efforts respiratoires d'abord faibles, puis de plus en plus étendus et assez régulièrement espacés; réflexes cornéens d'abord faibles et unilatéraux, puis bilatéraux et de plus en plus faciles à provoquer; clignement spontané des yeux. Pendant ce temps les paupières sont tombantes, les pupilles contractées, et la tête semble profondément endormie.

» Les excitations de la sensibilité générale, celles des nerfs spéciaux sont absolument sans effet; aucun des mouvements produits n'a le caractère d'un acte volontaire.

» Le réveil de ces divers mouvements dans la tête exige une irrigation sanguine d'autant plus prolongée que la transfusion est plus tardive.

» Dans un cas où elle a été faite six minutes dix secondes après la cessation de tout mouvement, il ne s'est produit qu'au bout de quatre minutes d'irrigation sanguine, et les mouvements suscités, d'abord faibles, n'ont atteint leur plus haut développement qu'au bout de plusieurs minutes.

» Cette expérience a été pratiquée avec le sang artériel du cheval et il nous a semblé que, dans ce cas encore, le sang de cheval avait les mêmes propriétés que celui du chien, c'est-à-dire d'un animal de la même espèce.

» Le résultat général de ces premières expériences est le suivant :

» L'extinction du sentiment et de la volonté paraît extrêmement rapide, sinon immédiate, après la décapitation.

» La vie consciente peut être entretenue après la décapitation, dans la tête séparée du tronc, à l'aide de l'injection immédiate de sang artériel emprunté à un animal soit de la même espèce, soit d'une espèce différente.

» La transfusion du sang, faite dans les conditions que nous venons d'indiquer dans une tête inerte depuis quelques minutes fait renaître des mouvements automatiques et des mouvements réflexes multiples et étendus, mais elle ne peut réveiller ni les sens ni la volonté.

» En d'autres termes, la vie consciente est liée à l'activité physiologique d'éléments délicats dont les manifestations fonctionnelles cessent rapidement après la décapitation et ne peuvent être réveillées dans des conditions où il est possible de faire réapparaître, à l'aide de sang oxygéné, certains actes physiologiques, automatiques ou réflexes, dépendant des centres situés dans la partie médullaire de l'encéphale (bulbe et protubérance).

» Une seconde Note aura pour objet la description des effets observés dans les transfusions qui sont pratiquées pendant la période agonique. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'un télégramme qui lui a été adressé par Sa Majesté *Dom Pedro*, Associé étranger de l'Académie :

« Pétropolis, 27 janvier.

» Queue de la grande comète, longueur visible le 24 : cinquante degrés; noyau sous l'horizon; déplacement de la queue normal.

» Dom Pedro d'Alcantara. »

M. le Secrétaire perpétuel annonce que Mme Dupuy de Lôme fait hommage à l'Académie du buste de son mari, feu M. *Dupuy de Lôme*, Membre de la Section de Géographie et de Navigation.

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles comètes Brooks et Barnard, faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. BIGOURDAN. Communiquées par M. Mouchez.

	Dates. 1887.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	☄ — ⋆. Æ. (m s)	☄ — ⋆. Déclinaison. (′ ″)	Nombre de compar
☄ Brooks.	Janv. 27......	*a*	684 B.D. + 75.	9	−0. 9,33	+11. 2,9	8:12
	28......	*b*	716 B.D. + 76.	9,5	+0.25,00	+ 4.59,7	12:12
	28......	*c*	718 B.D. + 76.	9	−0.35,52	+ 7.42,5	12:12
	29......	*d*	730 B.D. + 77.	8,5	+2.25,19	− 2.39,7	11:19
☄ Barnard.	26......	*e*	3529 B.D. + 26.	9	−0.24,77	+ 2.13,4	12:12
	27......	*f*	3362 B.D. + 27.	9,5	−0. 6,15	+ 0. 3,3	18:12
	29......	*g*	3329 B.D. + 28.	9,5	+0.44,91	+ 5. 8,1	24:16
	29......	*h*	Anonyme.	10,5	−0.44,65	+ 1.14,0	18:16

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1887.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1887,0. (h m s)	Réduction au jour. (s)	Déclinaison moy. 1887,0. (° ′ ″)	Réduction au jour. (″)	Autorités.
Janv. 27....	*a*	18.57.21,66	−4,37	+75.56. 9,5	−0,8	B.B., VI.
28....	*b*	19.12.14,68	−4,60	+76.48.32,1	0,0	Rapp. à *c*.
28....	*c*	19.13.15,20	−4,59	+76.45.49,4	+0,1	Arg. OE_1 (nº 19153).
29....	*d*	19.28.17,36	−4,84	+77.40.41,5	+0,7	Id. (nº 19397).
26....	*e*	19.15.36,28	−1,54	+27. 1.44,4	+0,3	W_2 (nº 424, 19h).
27....	*f*	19.18. 2,45	−1,53	+27.42.44,4	+0,1	Rapp. à *i*.
29....	*g*	19.22.43,23	−1,51	+28.50.28,9	−0,3	Rapp. à *h*.
29....	*h*	19.24.13,45	−1,51	+28.54.31,4	−0,3	Rapp. à *k*.
....	*i*	19.15.36,75	»	+27.42. 2,0	»	36492 Lal., 3 obs., Paris.
....	*k*	19.23.51,62	»	+28.49.11,0	»	B.B., VI.

Positions apparentes des comètes.

	Dates. 1887.	Temps moyen de Paris. (h m s)	Ascension droite apparente. (h m s)	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente. (° ′ ″)	Log. fact. parall.
☄ Brooks.	Janv. 27.....	9.56.49	18.57. 7,96	$\bar{1}$,368	+76. 7.11,6	0,857
	28.....	8.59.13	19.12.35,08	$\bar{1}$,869	+76.53.31,8	0,822
	28.....	8.59.13	19.12.35,09	$\bar{1}$,869	+76.53.32,0	0,822
	29.....	8.50.55	19.30.37,71	$\bar{1}$,973	+77.38. 2,5	0,799
☄ Barnard.	26.....	17.55.58	19.15. 9,97	$\bar{1},623_n$	+27. 3.58,1	0,713
	27.....	18. 1.41	19.17.54,77	$\bar{1},621_n$	+27.42.47,8	0,701
	29.....	17.52. 2	19.23.26,63	$\bar{1},630_n$	+28.55.36,7	0,700
	29.....	17.57.47	19.23.27,29	$\bar{1},632_n$	+28.55.45,1	0,704

» *Remarques*. — La première de ces deux comètes a été découverte par M. Brooks, à Phelps (E.-U.), le 22 janvier au soir. Le 27 janvier, elle s'apercevait à peu près avec la même facilité qu'une étoile de 12e grandeur; c'était une nébulosité ronde, de 1',5 de diamètre, avec un petit noyau assez vif, presque stellaire et un peu excentrique par rapport à la nébulosité. Le lendemain, 28 janvier, elle avait encore le même aspect.

» La seconde a été découverte par M. Barnard, à Nahsville (E.-U.), et annoncée avec une observation faite à Cambridge (E.-U.) le 24 janvier 1887.

» Le 26 janvier, elle était aussi de grandeur 12 à peu près, assez ressemblante à une nébuleuse de 2e classe, ronde, de 1' à 1',5 de diamètre, avec une condensation centrale formant un noyau diffus de 4" à 5" de diamètre. Dans le crépuscule du matin, j'ai perdu entièrement la comète de vue, à $6^h 25^m$. Le lendemain (matin du 28, t. civil), la comète m'a paru légèrement plus faible que la veille. »

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Brooks et Barnard, faites à l'équatorial de* 0^m,38 *de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. G. **Rayet** et **Courty**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1887.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoile de compar.	Observateur.
			Comète Brooks.				
	h m s	h m s		° ' "			
Janvier 29....	10.31.12,6	19.31.58,89	$\bar{1}$,338	12.21.24,8	−0,871	*a*	G. Rayet.
			Comète Barnard.				
Janvier 26....	18.18.58,8	19.15.13,32	−$\bar{1}$,673	62.56.47,2	+0,725	*b*	Courty.
28....	18. 5.15,8	19.20.42,52	−$\bar{1}$,650	61.41.36,2	+0,652	*c*	Courty.
29....	18.13.11,3	19.23.28,02	−$\bar{1}$,651	61. 3.49,1	+0,639	*d*	Courty.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1887,0.

Étoiles d'Argelander.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
	h m s	s	° ' "	"
a Zone + 77°, n° 730.....	19.28. 5,93	−4,51	12.12. 9,32	−0,71
b Zone + 27°, n° 3340....	19.14.31,18	−1,54	62.56.30,75	−0,31
c Zone + 28°, n° 3319....	19.19.51,58	−1,52	61.38.58,58	+0,25
d Zone + 28°, n° 3339....	19.22.41,34	−1,51	61. 9.51,32	+0,36

» La position des étoiles de comparaison est empruntée au Catalogue d'Argelander pour 1855,0. »

ASTRONOMIE. — *Sur une méthode pour déterminer la constante de l'aberration.* Note de M. **J.-C. Houzeau.**

« Dans la séance du 3 janvier dernier, M. Lœwy a soumis à l'Académie une méthode pour la détermination de l'aberration. Dans un Mémoire intitulé *Considérations sur l'étude des petits mouvements des étoiles*, inséré en 1871 au tome XXXVIII des *Mémoires de l'Académie de Belgique*, j'avais indiqué le principe fondamental de cette méthode, et énuméré les avantages que M. Lœwy a fait ressortir de son côté. Ainsi (p. 68 du Mémoire cité), dans un Chapitre intitulé « Liaison d'étoiles éloignées », je proposais de renvoyer dans la lunette l'image d'une région du ciel distante de celle aperçue directement, en plaçant un miroir devant l'objectif.

» Il suffit, disais-je, de recourir au procédé du sextant, c'est-à-dire de changer par une réflexion la direction de l'un des faisceaux de lumière... Il serait donc aussi facile de rapporter une étoile à une autre étoile fort éloignée sur la sphère, qu'il l'est de comparer entre elles, dans un même champ, deux étoiles voisines, et l'emploi d'un tel repère éloigné, sur lequel les corrections célestes agissent d'une manière différente, sera évidemment d'un secours important, dans l'étude des petits mouvements des étoiles (p. 69).

» J'indique ensuite l'avantage de comparer entre elles des étoiles éloignées sur la sphère, prises à des hauteurs sensiblement égales sur l'horizon, et je calcule la très petite correction de réfraction due à une petite différence de hauteur (p. 74). Je montre dans quelles conditions la précession et la nutation s'éliminent (p. 78). Je considère alors en détail l'aberration, d'abord dans des étoiles situées sous le même cercle horaire, mais distantes en déclinaison (p. 79), puis dans des étoiles de l'équateur distantes en ascension droite (p. 80). Je constate que, dans les deux cas, la constante de l'aberration peut être mesurée « par des déplacements plus » grands que cette constante même » (p. 80).

» Parti d'une idée toute semblable à celle de l'éminent astronome de l'observatoire de Paris, il n'y a rien, du reste, d'étonnant à voir que j'en aie déduit les mêmes conséquences; mais il semblera légitime, de la part d'un auteur, de rappeler ses anciens travaux. »

ASTRONOMIE. — *Sur la périodicité moyenne des taches de Jupiter.* Note de dom **Lamey**.

« Il est aujourd'hui à peu près démontré que Jupiter est dans un certain état d'ignition, assez analogue à celui du Soleil; il devient dès lors intéressant de rechercher s'il ne présente pas aussi une période d'activité, manifestée par la position et l'intensité variables de ses taches. A ma connaissance, un premier essai a été tenté dans ce sens par M. Niesten, de l'observatoire de Bruxelles, à l'occasion de la tache rouge qui attirait, il y a quelques années surtout, l'attention des observateurs; d'après cet astronome, cette tache présenterait une période de six à sept ans environ.

» Mais, en ne se bornant pas à cette tache et en considérant le nombre et la position de toutes les bandes de la planète, je me suis convaincu qu'un ordre systématique réglait leur transformation, et qu'il devenait possible d'en déterminer la période avec beaucoup plus d'exactitude encore, surtout si l'on tenait compte des plus anciennes configurations dessinées dès le xviie siècle. Bien que fort rares, j'ai été assez heureux de pouvoir en recueillir quelques-unes.

» Au xviiie siècle, les dessins publiés sont plus rares encore, à en juger du moins par les documents que j'ai pu compulser. Il est à présumer que plusieurs doivent exister cependant parmi les manuscrits de certains observatoires, et il serait à souhaiter qu'ils fussent publiés ou au moins signalés. Ils sont également peu fréquents au commencement de notre siècle; mais peu à peu leur nombre augmente et, depuis une quinzaine d'années, les séries sont devenues presque complètes.

» Une première détermination de la période moyenne m'avait donné $5\frac{1}{2}$ ans, mais j'ai reconnu que ce chiffre était généralement trop fort et devait être remplacé par $5^{ans},36$; ce n'est là qu'une valeur moyenne, et la période d'activité doit sans doute osciller pour Jupiter comme il arrive pour le Soleil; elle serait pour le premier de ces astres de $5^{ans},43 \pm 0,07$, tandis que pour le second elle est, comme on sait, de $11^{ans},11 \pm 0,287$.

» Les dessins exécutés à l'observatoire de Grignon embrassent aujourd'hui une période de plus de six ans. Au nombre de 583 (à la date du 31 décembre dernier), ils permettent de constater que le cycle des transformations actuelles a oscillé entre $5^{ans},36$ et $5^{ans},50$; je n'ai pu préciser davantage la période, à cause d'une lacune dans nos dessins, en 1879 et 1880.

» Comme pour les taches du Soleil, les bandes de Jupiter sont soumises à la même loi de distribution en latitude. Ces bandes, ordinairement au nombre de deux, se trouvent concentrées vers l'équateur et juxtaposées à une époque qui semble précéder le maximum d'activité; puis elles se dédoublent, se séparent peu à peu, et de nombreuses bandes secondaires plus étroites apparaissent entre elles et surtout vers les régions plus élevées des deux hémisphères. Les deux bandes principales continuent leur mouvement d'ascension en latitude, mais bientôt la bande de l'hémisphère boréal, ordinairement moins accentuée, finit par disparaître, du moins pour nos instruments; la dispersion et le morcellement des bandes s'accentuent encore davantage, et c'est sans doute à cette époque que Galilée, Hevelius et W. Herschel ont constaté l'absence complète des bandes. Enfin les deux bandes habituelles se reconstituent insensiblement pour venir s'accoler de nouveau vers l'équateur et recommencer un nouveau cycle.

» La dernière concentration équatoriale paraît avoir atteint son maximum le 23 mars 1885. »

ALGÈBRE. — *Sur la théorie des formes algébriques à p variables.* Note de M. R. **Perrin**, présentée par M. Halphen.

« J'ai indiqué dans ma précédente Communication (1) le moyen de former tous les invariants et péninvariants purs distincts, appartenant à une forme ou à un système de formes à p variables, en partant d'un système déterminé de formes à $p-1$ variables.

» Pour obtenir par un procédé analogue les contrevariants et les péninvariants mixtes (coefficients de la plus haute puissance de x_1 dans les covariants mixtes), j'introduirai la forme linéaire à $p-1$ variables

$$v_1 = (a\xi_2 - b_1\xi_1)x_2 + (a\xi_3 - b_2\xi_1)x_3 + \ldots + (a\xi_p - b_{p-1}\xi_1)x_p;$$

où $a, b_1, b_2, \ldots, b_{p-1}, x_2, \ldots, x_p$ désignent les mêmes quantités que précédemment, et $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_p$ les p variables contragrédientes à $x_1, x_2, \ldots, x_p$.

» Je dis que v_1 se comporte comme les péninvariants déjà considérés $v_2, \ldots, v_m$: 1° pour toute substitution qui remplace seulement x_1 par

(1) Page 220 de ce Volume.

$x_1 + kx_q$, et ξ_q par $\xi_q - k\xi_1$ $(q = 2, 3, \ldots, p)$; 2° pour toute substitution qui n'affecte que les variables $x_2, \ldots, x_p$, et $\xi_2, \ldots, \xi_p$.

» En effet, si l'on désigne par ϖ le covariant identique $\Sigma\xi_q x_q$, φ_1 peut s'écrire

$$\varphi_1 = a\varpi - (ax_1 + u_1)\xi_1,$$

et, sous cette forme, il est aisé de vérifier qu'on obtient le même résultat, soit en faisant dans φ_1 l'une des deux substitutions indiquées ci-dessus, soit en laissant les x et les ξ invariables et donnant aux coefficients les nouvelles valeurs qu'ils prennent dans u, par l'effet de cette substitution.

» Si donc on adjoint φ_1 au système $(\varphi_2, \varphi_3, \ldots, \varphi_m)$, les nouveaux invariants du système ainsi étendu seront tous, par un raisonnement analogue à celui qui a été employé pour établir le théorème I, des contrevariants ou des péninvariants mixtes de u. Réciproquement, puisque $a\xi_2, a\xi_3, \ldots, a\xi_p$ sont des fonctions entières de ξ_1, des coefficients b, et des $p - 1$ coefficients de φ_1, tout contrevariant ou péninvariant mixte de u, multiplié par une puissance convenable de a, s'exprime en fonction entière de a, de ξ_1, des coefficients des formes $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_m$, enfin de $b_1, b_2, \ldots, b_{p-1}$. Mais, devant rester invariable par le changement de x_1 en $x_1 + kx_q$ et de ξ_q en $\xi_q - k\xi_1$ $(q = 2, 3, \ldots, p)$, puisqu'il ne contient plus explicitement ξ_q, il ne peut renfermer non plus explicitement b_{q-1}, ni par suite aucun des coefficients b. Devant en outre rester invariable pour toute substitution qui n'affecte que $x_2, \ldots, x_p$, et $\xi_2, \ldots, \xi_p$, il est par définition une fonction entière de a, de ξ_1, et d'invariants du système $(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_m)$. D'où le théorème suivant :

» Théorème IV. — *Pour obtenir tous les contrevariants et péninvariants mixtes distincts, appartenant à une forme ou à un système de formes à p variables, il suffit de construire les invariants communs à la forme linéaire* φ_1, *à* $p - 1$ *variables, ci-dessus définie (traitée comme une forme à coefficients constants), et à une ou plusieurs des formes du système*

$$(\varphi_2, \varphi_3, \ldots, \varphi_m;\ \varphi'_1, \varphi'_2, \ldots;\ \varphi''_1, \varphi''_2, \ldots),$$

déjà considéré dans l'énoncé généralisé du théorème I; puis de combiner ces invariants entre eux et avec $a, a', a'', \ldots$, *et* ξ_1 *traités comme invariants accessoires, de manière à diviser par* a *le plus possible. Ceux des quotients successifs qui ne seront pas réductibles par le même procédé à des expressions plus simples seront les contrevariants et péninvariants mixtes distincts demandés.*

» Par le raisonnement déjà employé, on conclut en outre que :

» Théorème V. — *Le nombre total des invariants, contrevariants et cova-*

riants (purs ou mixtes) que possède une forme d'ordre m à p variables, est au moins égal au nombre des invariants distincts que possède un système de m formes à p — 1 variables, respectivement d'ordres 1, 2, ..., m.

» Théorème VI. — *Le même nombre total pour un système de* $n_1 + n_2 + \ldots + n_m$ *formes indépendantes simultanées à p variables, savoir* n_1 *linéaires, ...,* n_m *d'ordre m, est* au moins égal *au nombre d'invariants distincts que possède un système de* $n_1 + 2n_2 + \ldots + mn_m$ *formes à p — 1 variables, composé de* n_m *formes d'ordre m,* $n_m + n_{m-1}$ *d'ordre m — 1, ...,* $n_m + n_{m-1} + \ldots + n_1$ *linéaires.*

» Mais on sait que l'adjonction d'une forme linéaire à un système quelconque de formes binaires introduit précisément autant d'invariants distincts que ce système comprenait de covariants distincts, y compris les formes indépendantes. Pour $p = 3$, on peut donc réunir les théorèmes III et IV dans l'énoncé unique que voici :

» Théorème VII. — *Un système de formes ternaires indépendantes, composé de* n_1 *formes linéaires,* n_2 *quadratiques, ...,* n_m *d'ordre m, possède au moins autant d'invariants et covariants purs distincts qu'il existe d'invariants distincts, et au moins autant de contrevariants et de covariants mixtes distincts qu'il existe de covariants distincts et de formes indépendantes dans le système de* $n_1 + 2n_2 + \ldots + mn_m - 1$ *formes binaires indépendantes, savoir* n_m *d'ordre m,* $n_m + n_{m-1}$ *d'ordre m — 1, .., ,* $n_m + \ldots + n_1 - 1$ *linéaires.*

» La limite inférieure définie par ces théorèmes est dépassée dans les cas les plus simples, en ce qui concerne les contrevariants et covariants mixtes. Par exemple, pour une forme cubique ternaire, le théorème VII indique l'existence de douze de ces formes; d'après les recherches de M. Gordan, il en existerait vingt-sept. Pour le système de deux formes quadratiques ternaires, ce savant en a trouvé douze, au lieu du minimum six que fournit le théorème.

» J'ai d'ailleurs appliqué à l'étude détaillée de ces deux cas le procédé d'investigation fondé sur les théorèmes I et IV; les résultats de ces recherches seront consignés dans des Mémoires développés que je me propose de publier prochainement. »

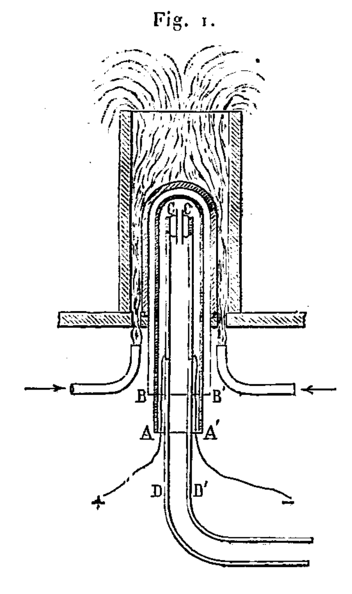
ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur la transmission de l'électricité à faible tension par l'intermédiaire de l'air chaud.* Mémoire de M. R. **Blondlot**, présenté par M. E. Becquerel. (Extrait par l'auteur.)

« En 1853 ([1]), M. Ed. Becquerel découvrit que les gaz portés à des températures élevées laissent passer le courant électrique, même lorsque celui-ci n'est dû qu'à un seul élément de pile. J'ai été assez heureux, il y a quelques années ([2]), pour confirmer pleinement la découverte de l'éminent physicien, laquelle avait été à tort mise en doute.

» Depuis ce temps, j'ai essayé de poursuivre l'étude de la transmission du courant par l'air chaud; l'exposé complet des recherches que j'ai entreprises à ce sujet fait l'objet d'un Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et dont je vais donner ici un résumé sommaire.

» Pour transmettre le courant à travers une couche d'air chaud immobile, comprise entre des électrodes parfaitement isolées, j'ai eu recours à l'appareil suivant : une cloche AA' de porcelaine vernissée est fixée ver-

Fig. 1.



ticalement, l'ouverture en bas; elle est elle-même entourée d'une épaisse

([1]) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XXXIV, 1853.
([2]) *Comptes rendus,* 4 avril 1881.

cloche en fer, et le tout est chauffé par en haut à l'aide d'un fourneau Pérot modifié. C'est dans l'atmosphère chaude qui remplit la partie supérieure de la cloche de porcelaine que sont disposées les électrodes; elles sont constituées par deux disques C, C' en platine de $0^m,03$ de diamètre, supportés par deux colonnes de platine, prolongées elles-mêmes par des tiges de fer D et D', fixées à des supports isolants; deux fils de platine qui sortent de la cloche sans rien toucher permettent d'établir des communications entre les disques et les appareils situés à l'extérieur.

» En formant un circuit comprenant une pile, les disques et un électromètre capillaire, j'ai d'abord vérifié le fait déjà annoncé par M. Ed. Becquerel, à savoir que ce n'est qu'à partir de la chaleur rouge que le courant commence à passer. Or j'ai indiqué précédemment [1] que la colonne d'air chaud qui s'élève d'un corps incandescent laisse passer le courant d'un seul élément, alors qu'un thermomètre qui y est plongé indique seulement une température de 70°; je crois que cela tient à ce que le courant d'air chaud est constitué par des filaments ou traînées dont quelques-unes ont une température très élevée et conduisent exclusivement le courant.

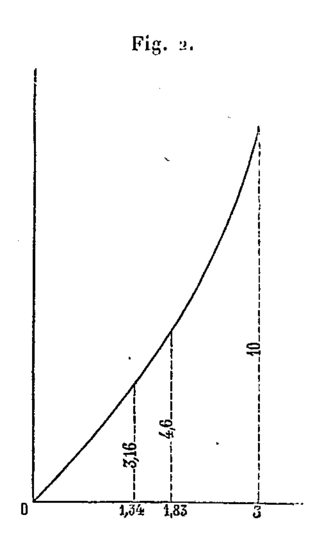
» J'ai recherché ensuite si, en employant des piles de forces électromotrices de plus en plus faibles, on arriverait à une force électromotrice au-dessous de laquelle le courant ne passerait plus; j'ai constaté que, une fois la chaleur rouge atteinte, le passage de l'électricité a lieu, même pour une force électromotrice de $\frac{1}{1000}$ de volt : donc, ou bien il n'y a pas de force électromotrice au-dessous de laquelle le courant ne passe pas, ou bien cette force électromotrice est extrêmement petite.

» La portion la plus étendue de mon travail a eu pour but de résoudre la question suivante : les lois de la transmission de l'électricité à travers un gaz chaud sont-elles identiques à celles qui régissent cette transmission par les corps solides et liquides? M. Ed. Becquerel a constaté des faits qui sont en contradiction avec ces dernières lois : il a constaté que « la résistance semblait dépendre de l'intensité du courant et du nombre des éléments de pile ». Je me suis proposé de poursuivre l'étude de cette question, et de rechercher si le principe d'Ohm est applicable à l'air chaud, autrement dit si le débit d'électricité à travers la couche d'air chaud est proportionnel à la différence des potentiels des électrodes qui comprennent cette couche.

[1] *Comptes rendus*, loco citato.

» La difficulté capitale de cette recherche provient, comme l'indique M. Becquerel, de l'impossibilité de maintenir la température constante ; je suis parvenu à tourner cette difficulté à l'aide d'une méthode de compensation spéciale, que je ne puis décrire ici, et dont l'exposé détaillé se trouve dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Cette méthode m'a permis de constater que le débit, au lieu d'être proportionnel à la différence de potentiel, comme cela a lieu *pour les liquides* et *les solides*, *croît plus vite que cette différence*. Le résultat de mes expériences est représenté par la courbe ci-jointe, dont les abscisses représentent les forces électromotrices, en prenant comme unité la force électromotrice d'un élé-

Fig. 2.



ment à sulfate de cuivre, et les ordonnées les débits. La courbe est fortement concave vers le haut ; elle eût été une ligne droite si l'air avait suivi le principe d'Ohm.

» Il résulte de là que l'air chaud n'a pas à proprement parler de résistance, et que, si l'on cherche à évaluer celle-ci par les procédés connus, on trouvera un nombre dépendant de la force électromotrice et de l'intensité du courant : ce qui explique les résultats obtenus par M. Ed. Becquerel.

» Quel est le mécanisme de la transmission de l'électricité par l'air chaud ? Je suis porté à penser que ce mécanisme est ce que Faraday a appelé la *convection*, c'est-à-dire le transport de l'électricité par les particules d'air venant se charger sur chacune des électrodes, puis se rendant ensuite sur l'autre en vertu des attractions et répulsions électriques et s'y déchargeant.

» La convection, impossible à froid à cause de l'adhérence de l'air et du platine, devient possible à chaud par suite de la cessation de cette adhérence. Je suis loin toutefois de regarder cette hypothèse comme une vérité démontrée et, du reste, les faits expérimentaux exposés dans mon travail en sont complètement indépendants. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur la période variable des courants dans le cas où le circuit contient un électro-aimant.* Note de M. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« *Formules.* — On admet, pour représenter la période variable d'un courant dans un circuit dépourvu de fer, la formule

$$i = \mathrm{I}\left(1 - e^{-\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}}t}\right), \tag{1}$$

dans laquelle i désigne l'intensité du courant au temps t, I son intensité finale, R la résistance totale du circuit, et L le coefficient de self-induction de ce circuit.

» L'expérience nous a montré que cette formule n'est plus applicable lorsque le circuit renferme un électro-aimant, *même dans le cas où l'aimantation est proportionnelle à l'intensité du courant.*

» D'une manière générale, si l'on représente par φ le flux de force total qui traverse le circuit à un moment donné, par E la force électromotrice de la pile ($\mathrm{E} = \mathrm{IR}$), et si l'on néglige :

» 1° Le retard dans l'aimantation;

» 2° L'énergie transformée en chaleur par les courants induits dans le fer;

» 3° Le magnétisme rémanent ou permanent,

on trouve aisément l'équation différentielle suivante :

$$(\mathrm{E} - \mathrm{R}i)\,dt = d\varphi. \tag{2}$$

» Considérons, en particulier, deux cas simples réalisés par l'électro-aimant de Faraday, lorsque les surfaces polaires sont distantes de moins de $0^{\mathrm{m}},01$.

» L'expérience montre que la valeur F du champ magnétique en son milieu peut être représentée, à moins de 1 pour 100 près, par la formule

$$\mathrm{F} = m_1 i \tag{3}$$

pour des valeurs de i inférieures à 0,2 ou 0,3 C.G.S. (2^{amp} ou 3^{amp}), et par la formule de M. Frœlich

$$F = \frac{mi}{1+\mu i}, \tag{4}$$

pour les valeurs supérieures à 0,3.

» Examinons d'abord ce dernier cas et supposons que le champ magnétique s'établisse dès l'origine en suivant cette loi (4).

» Si l'on désigne par S la surface totale qu'il faut attribuer au circuit enveloppant un flux de force uniforme et égal à F pour que le flux total ait la même valeur φ, ($SF = \Phi$), l'équation (2) peut s'écrire

$$(E - Ri)\,dt = Sm\,d\left(\frac{i}{1+\mu i}\right)$$

ou

$$\frac{1}{Sm}dt = \frac{di}{(E - Ri)(1+\mu i)^2}. \tag{5}$$

» Cette équation doit être intégrée entre 0 et t, pour le premier membre, limites qui correspondent à 0 et i pour le second membre, si l'on considère l'établissement du courant proprement dit, et à $-$ I et $+ i$ si l'on considère le renversement du courant au moyen d'un commutateur convenable. On obtient, dans le premier cas,

$$t = A\,\mathcal{L}[n + \mu I(n-1)] + B\frac{i}{1+\mu i} \tag{6}$$

et, dans le second cas,

$$t = A\,\mathcal{L}\,\frac{2}{1-\mu I}[n + \mu I(n-1)] + B'\frac{I+i}{1+\mu i}. \tag{7}$$

Si l'on pose

$$\frac{1}{n} = 1 - \frac{i}{I},$$

on a

$$A = \frac{Sm}{R(1+\mu I)^2}, \qquad B = \frac{Sm\mu}{R(1+\mu I)}, \qquad B' = \frac{S\mu m^2}{R(1-\mu^2 I^2)}.$$

Dans le cas où la formule (3) est applicable, ces dernières deviennent

$$t = \frac{Sm}{R}\,\mathcal{L}\,n, \tag{8}$$

$$t = \frac{Sm}{R}\,\mathcal{L}\,2n. \tag{9}$$

» Les formules (1) et (8) sont équivalentes. On en déduit la formule (9) en admettant que, dans le renversement du courant, les extra-courants

dits *de rupture* et *de fermeture* se superposent et ont à chaque instant la même intensité.

» *Expériences.* — Les relations que nous venons d'établir n'ont pas été vérifiées d'une manière satisfaisante dans les expériences que j'ai faites sur un fort électro-aimant de Faraday. Ainsi, lorsque les surfaces polaires de cet appareil sont distantes de $0^{cm},5$, et pour un courant inférieur à 2^{amp}, la force magnétique F est assez bien représentée par la formule (3), dans laquelle on fait $m_1 = 26,300$. La surface S est difficile à évaluer. Je crois pouvoir admettre que la valeur $S = 96\,000^{cq}$ est exacte à 5 pour 100 près.

» Dans une expérience où $I = 0,17$ et $R = 2,4.10^9$, la période variable aurait donc dû être représentée par

$$(10) \qquad t = 1,05\,Ln = 2,42\,\text{log. vulg.}\,n.$$

» Or l'expérience a montré que le courant s'établit au début beaucoup plus vite que ne l'indique cette formule et plus lentement ensuite, de sorte que le courant n'atteint en réalité les $\frac{99}{100}$ de son intensité finale qu'au bout de $8^s,8$, alors que la formule (10) donne pour la valeur de t correspondante ($n = 100$),

$$t_1 = 4^s,84.$$

» La courbe calculée et la courbe observée se croisent pour $\frac{i}{I} = 0,75$, c'est-à-dire $n = 4$, valeur pour laquelle on a

$$t = 1^s,46.$$

» Cette différence entre le calcul et l'expérience peut s'expliquer par un retard *dans l'aimantation;* ce retard peut être dû aux courants induits qui prennent naissance dans la masse de fer, et dont l'action se retranche à chaque instant de celle du courant i. Or, si la valeur du champ est à chaque instant inférieure à celle qui correspond au courant d'intensité i à l'état stationnaire, la pile n'effectue au début qu'un travail inférieur à celui que nous l'avons supposée opérer, et le courant s'établit en conséquence plus vite que ne l'indique la formule (10); mais bientôt la pile doit accomplir, au contraire, un travail plus grand que nous ne l'avons supposé, car $\frac{d\varphi}{dt}$ va en diminuant, de sorte que le courant subit un retard de plus en plus considérable.

» Je me propose de répéter ces expériences comparatives au moyen d'un appareil dont les constantes peuvent être rigoureusement déterminées, et de construire les courbes qui représentent les valeurs de i^2 en fonction du temps. Les aires comprises entre chacune des deux courbes

(calculée et observée) et les axes de coordonnées devront être égales s l'énergie transformée en chaleur par les courants induits dans les noyaux est négligeable.

» J'ai fait un grand nombre d'expériences sur l'établissement et le renversement du courant dans le circuit de l'électro-aimant de Faraday. Je me bornerai à indiquer dans le Tableau suivant le temps t, qu'il faut au courant pour reprendre, après renversement, les $\frac{99}{100}$ de son intensité initiale et finale; N désigne le nombre des éléments Bunsen qui servent à produire le courant d'intensité I; D est la distance des surfaces polaires.

	N.	1.	2.	4.	8.
	I.	0,087.	0,172	0,31.	0,52.
D = 0	»	39^{s}	13,53	7,43	4,50
0^{cm},25	»	»	15,30	»	»
0,5	»	»	11,08	9,32	4,93
1^{cm}	»	»	7,74	7,70	5,30
2	»	»	5,87	5,56	4,88
4	»	»	»	4,10	4,00
40	»	»	»	2,80	»

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un halo accompagné de parhélies, observé à Fontainebleau le 28 janvier 1887.* Note de M. A. BOUISSON, présentée par M. Mascart.

« Le phénomène a été aperçu dès $8^h 30^m$ du matin. Observé entre $9^h 30^m$ et 10^h du matin, il présentait les caractères suivants :

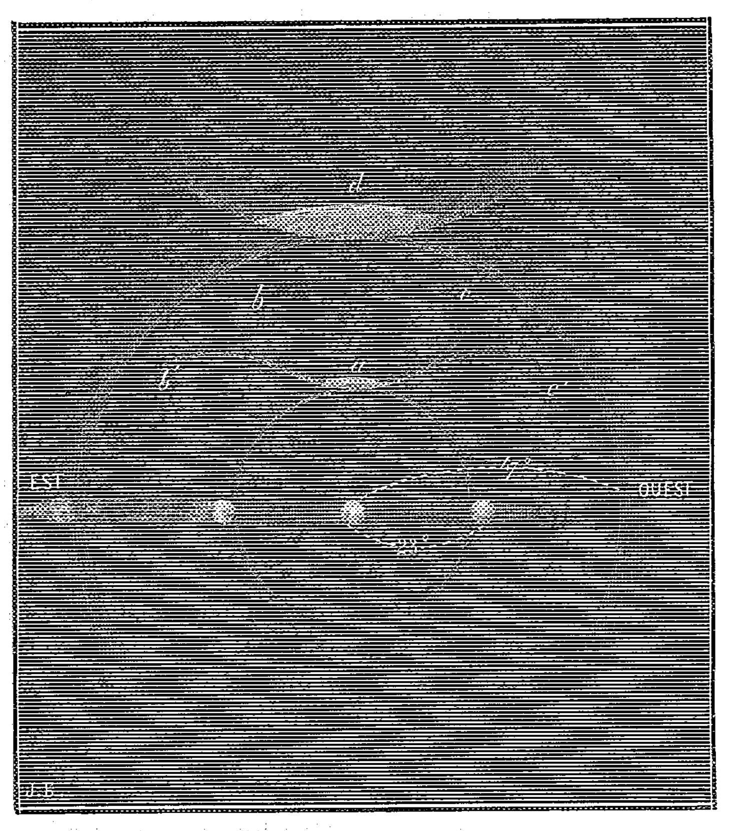
» 1° Un cercle lumineux, dont le rayon mesure environ 23°, concentrique au Soleil, présente des couleurs passant insensiblement d'un brun pâle à l'intérieur au jaune grisâtre à l'extérieur.

» 1° Un deuxième cercle lumineux, concentrique au précédent, d'un rayon d'environ 47°, laisse nettement apparaître, à sa partie la plus haute, les couleurs de l'arc-en-ciel, le rouge à l'intérieur.

» 3° Tangent au point le plus élevé *d* du cercle le plus grand, on aperçoit un arc vivement coloré sur une amplitude d'environ 45°, le rayon du côté du Soleil.

» 4° Tangent également au point le plus élevé du cercle le plus petit, apparaît d'abord, au commencement de l'observation, un arc tel que *bac*, qui se prolonge peu de temps après par deux branches recourbées vers le bas, *ab'* et *ac'*, dont l'éclat décroît rapidement vers les extrémités. Au point de contact, c'est-à-dire sur la verticale du Soleil, un renforcement lumineux se manifeste.

» 5° Une bande lumineuse, horizontale, passant par le centre du Soleil, s'étend dans le ciel; elle cesse d'être visible vers l'ouest aux trois quarts du rayon du cercle extérieur, et vers l'est seulement en dehors de ce cercle. Sur cette bande apparaissent trois parhélies : deux sur le petit cercle, très éclatants; le dernier, placé à l'est sur le cercle extérieur, faiblement éclairé.



» A 11ʰ le phénomène avait presque disparu. A midi pourtant quelques observateurs ont affirmé l'avoir encore aperçu.

» Au moment de l'observation, le ciel présentait comme état : brume légère du côté du Soleil, et de nombreux cirrus, peu épais, orientés vers le nord-est.

Pression barométrique (ramenée au niveau de la mer).......	779ᵐᵐ
Température..	—3°
Direction du vent......................................	Nord.
Intensité du vent......................................	Faible.

M. **Mascart** ajoute, à ce sujet, que M[lle] Devenne a observé le même phénomène à Milly (Seine-et-Oise). Elle communique, par l'intermédiaire de M. Vinot, une aquarelle, dessinée au moment de l'observation, sur laquelle on retrouve la plupart des détails signalés dans la Note précédente.

THERMOCHIMIE. — *Combinaisons du glycérinate de soude avec les alcools monoatomiques.* Note de M. **de Forcrand**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai fait connaître précédemment (¹) la chaleur de formation du glycérinate de soude et de sa combinaison éthylique, qui avaient déjà été obtenus par Letts.

» En remplaçant, dans la préparation de ce dernier corps, l'éthylate de soude par d'autres alcoolates, j'ai isolé une série de composés cristallisés dont la formule générale est $C^6H^7NaO^6 + A$.

» A est un équivalent d'alcool méthylique, éthylique, propylique, isobutylique ou amylique.

» I. *Glycérinate de soude méthylique :* $C^6H^7NaO^6, C^2H^4O^2$. — On ajoute à une dissolution concentrée de méthylate de soude dans l'alcool méthylique absolu une quantité équivalente de glycérine. Au bout de quelques minutes, la liqueur se prend en une masse d'aiguilles cristallines que l'on sépare par le filtre du liquide qu'elles retiennent. On dessèche les cristaux sur des plaques de porcelaine poreuses, à l'abri de l'air extérieur.

» Le produit recueilli a l'apparence d'une matière sèche, très blanche, cristallisée en petites aiguilles, très déliquescente.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7NaO^6, C^2H^4O^2$.
Na	15,43	15,75
C	32,80	32,88
H	7,73	7,53

» Chauffé à 120° dans un courant d'hydrogène pur et sec, ce composé se change en glycérinate $C^6H^7NaO^6$.

» J'ai trouvé pour sa chaleur de dissolution, à + 16°,

$$-2^{Cal},00 \text{ pour } 1^{éq} (146^{gr}) \text{ dans } 6^{lit} \text{ d'eau.}$$

» Le mélange des trois dissolutions de glycérine, d'alcool méthylique et

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 596.

de soude (chacune à $1^{éq} = 2^{lit}$) fournit, à la même température, $+ 0^{Cal},34$.

» On connaît d'ailleurs la chaleur de dissolution de la glycérine ($+ 1^{Cal},51$) et de l'alcool méthylique ($+ 2^{Cal},00$) et la chaleur de formation du glycérinate $C^6H^7NaO^6$ et du méthylate de soude $C^2H^3NaO^2$.

» On peut conclure des nombres précédents :

$C^6H^8O^6$ liq. + $NaHO^2$ sol. + $C^2H^4O^2$ liq.
= H^2O^2 sol. + $C^6H^7NaO^6$, $C^2H^4O^2$ sol. . . . . $+ 17^{Cal},06$
$C^6H^7NaO^6$ sol. + $C^2H^4O^2$ liq. = $C^6H^7NaO^6$, $C^2H^4O^2$ sol . . . . $+ 5^{Cal},04$

» Comme pour le composé éthylique, on remarque que la formation du glycérinate alcoolique est exothermique :

$C^6H^8O^6$ liq. + $C^2H^3NaO^2$ dissous dans $n\,C^2H^4O^2$ liq.
= $C^6H^7NaO^6$, $C^2H^4O^2$ sol. précipité dans $n\,C^2H^4O^2$ liq . . . . $+ 0^{Cal},73$

tandis que la formation du glycérinate $C^6H^7NaO^6$ serait endothermique et, par suite, impossible à froid :

$C^6H^8O^6$ liq. + $C^2H^3NaO^2$ dissous dans $n\,C^2H^4O^2$ liq.
= $C^6H^7NaO^6$ sol. + $(n+1)\,C^2H^4O^2$ liq. . . . . $- 4^{Cal},42$

» Le glycérinate méthylique est assez soluble dans l'alcool méthylique, environ 120^{gr} par litre à 15°.

» II. *Glycérinate de soude éthylique :* $C^6H^7NaO^6$, $C^4H^6O^2$. — J'ai étudié précédemment ce composé. J'indique ici seulement sa chaleur de formation, comme terme de comparaison :

	Cal
$C^6H^8O^6$ liq. + $NaHO^2$ sol. + $C^4H^6O^2$ liq. = H^2O^2 sol. + $C^6H^7NaO^6$, $C^4H^6O^2$ sol	$+16,60$
$C^6H^7NaO^6$ sol. + $C^4H^6O^2$ liq. = $C^6H^7NaO^6$, $C^4H^6O^2$ sol.	$+ 4,58$
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^4H^5NaO^2$ dissous dans $n\,C^4H^6O^2$ liq. = $C^6H^7NaO^6$, $C^4H^6O^2$ sol. + $n\,C^4H^6O^2$ liq.	$+ 3,92$
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^4H^5NaO^2$ dissous dans $n\,C^4H^6O^2$ liq. = $C^6H^7NaO^6$ sol. + $(n+1)\,C^4H^6O^2$ liq	$- 0,63$

» La solubilité de la combinaison dans l'alcool éthylique est d'environ 13^{gr} par litre à 15°.

» III. *Glycérinate de soude propylique :* $C^6H^7NaO^6$, $C^6H^8O^2$. — La préparation est exactement la même.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7NaO^6$, $C^6H^8O^2$.
Na	13,17	13,22
C	41,38	41,38
H	8,75	8,62

» La solubilité dans l'alcool propylique est seulement de 7^{gr} par litre.

» Chaleur de dissolution,

$$-0^{Cal},57 \text{ pour } 1^{éq} (174^{gr}) \text{ dans } 6^{lit} \text{ d'eau.}$$

» Le mélange des dissolutions de glycérine, d'alcool et de soude donne $+0^{Cal},35$.

» La chaleur de dissolution de l'alcool est $+3^{Cal},05$.

» D'où l'on déduit :

	Cal
$C^6H^8O^6$ liq. + $NaHO^2$ sol. + $C^6H^8O^2$ liq. $= H^2O^2$ sol. + $C^6H^7NaO^6, C^6H^8O^2$ sol.	+ 16,69
$C^6H^7NaO^6$ sol. + $C^6H^8O^2$ liq. $= C^6H^7NaO^6, C^6H^8O^2$ sol.	+ 4,67
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^6H^7NaO^2$ dissous dans $nC^6H^8O^2$ liq. $= C^6H^7NaO^6, C^6H^8O^2$ sol. + $nC^6H^8O^2$ liq.	+ 6,10
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^6H^7NaO^2$ dissous dans $nC^6H^8O^2$ liq. $= C^6H^7NaO^6$ sol. + $(n+1)C^6H^8O^2$ liq.	+ 1,63

» IV. *Glycérinate de soude isobutylique :* $C^6H^7NaO^6, C^8H^{10}O^2$.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7NaO^6, C^8H^{10}O^2$.
Na	12,28	12,23
C	44,37	44,68
H	8,46	9,04

» Sa solubilité dans l'alcool isobutylique est de $4^{gr},6$ par litre.

» Chaleur de dissolution,

$$+1^{Cal},23 \text{ pour } 1^{éq} (188^{gr}) \text{ dans } 6^{lit} \text{ d'eau.}$$

» Le mélange des dissolutions de glycérine, d'alcool et de soude donne $+0^{Cal},36$.

» La chaleur de dissolution de l'alcool est $+2^{Cal},88$.

» D'où l'on conclut :

	Cal
$C^6H^8O^6$ liq. + $NaHO^2$ sol. + $C^8H^{10}O^2$ liq. $= H^2O^2$ sol. + $C^6H^7NaO^6, C^8H^{10}O^2$.	+ 14,73
$C^6H^7NaO^6$ sol. + $C^8H^{10}O^2$ liq. $= C^6H^7NaO^6, C^8H^{10}O^2$ sol.	+ 2,71
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^8H^9NaO^2$ dissous dans $nC^8H^{10}O^2$ liq. $= C^6H^7NaO^6, C^8H^{10}O^2$ sol. + $nC^8H^{10}O^2$ liq.	+ 14,89 − X
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^8H^9NaO^2$ dissous dans $nC^8H^{10}O^2$ liq. $= C^6H^7NaO^6$ sol. + $(n+1)C^8H^{10}O^2$ liq.	+ 12,41 − X

» X représente la chaleur de dissolution de l'isobutylate $C^8H^9NaO^2$ dans un excès d'alcool isobutylique. Je n'ai pu le déterminer, mais il est certainement positif et voisin de $+10^{Cal}$ ou $+12^{Cal}$.

» V. *Glycérinate de soude amylique* : $C^6H^7NaO^6, C^{10}H^{12}O^2$.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7NaO^6, C^{10}H^{12}O^2$.
Na	11,34	11,38
C	47,63	47,52
H	8,88	9,40

» Sa solubilité dans l'alcool amylique est de 28gr par litre.

» Chaleur de dissolution,

$+0^{Cal},99$ pour 1éq (202gr) dans 6lit d'eau.

» Le mélange des trois liqueurs (glycérine, alcool et soude) donne $+0^{Cal},29$.

» La chaleur de dissolution de l'alcool est $+2^{Cal},80$.

» D'où :

	Cal
$C^6H^8O^6$ liq. + $NaHO^2$ sol. + $C^{10}H^{12}O^2$ liq. $= H^2O^2$ sol. + $C^6H^7NaO^6, C^{10}H^{12}O^2$ sol	+14,82
$C^6H^7NaO^6$ sol. + $C^{10}H^{12}O^2$ liq. $= C^6H^7NaO^6, C^{10}H^{12}O^2$ sol.	+ 2,80
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^{10}H^{11}NaO^2$ dissous dans $nC^{10}H^{12}O^2$ liq. $= C^6H^7NaO^6, C^{10}H^{12}O^2$ sol. + $nC^{10}H^{12}O^2$ liq.	+15,02 — X
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^{10}H^{11}NaO^2$ dissous dans $nC^{10}H^{12}O^2$ liq. $= C^6H^7NaO^6$ sol. + $(n+1)C^{10}H^{12}O^2$ liq	+12,41 — X

CHIMIE. — *Sur les actions comparées de la chaleur et de la lumière solaire.* Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Debray.

« En prenant dans la liste des corps que j'ai étudiés ceux que j'ai soumis à la double influence de la chaleur et de l'insolation, et en laissant pour le moment de côté les produits fixes de la combustion qui se produit alors, pour ne s'attacher qu'aux produits volatils, on obtient un ensemble de résultats qu'on peut résumer dans le Tableau suivant :

» Dans la première ligne verticale se trouvent les noms des treize substances hydrocarbonées étudiées au double point de vue de l'action de la lumière et de la chaleur en présence des dix corps oxydants mentionnés dans la première ligne horizontale. A l'intersection se trouvent inscrits les produits volatils de la combustion. Pour abréger, je n'ai mentionné nulle part l'acide carbonique, terme commun de toutes ces réactions, et j'ai représenté les autres produits par les abréviations suivantes.

» $\bar{O}$, acide oxalique; $\bar{F}$, acide formique; $\bar{A}$, acide acétique; $\bar{B}$, acide butyrique; $\bar{V}$, acide valérianique; Al, alcool; Am, aldéhyde méthylique; Ae, aldéhyde éthylique; (f.), action faible; (t. f.), très faible; o, action nulle.

		Air.	$PtCl^2$.	Au^2Cl^3.	AgO, AzO^5.	$HgCl$.	HgO, AzO^5 Hg^2O, AzO^5.	CuO alcalin.	U^2O^3, AzO^5.	KO, Mn^2O^7.
Ac. oxal.	Sol.	$\overline{F}$	Pt	Au	Ag	Hg^2Cl	Hg	Cu	U^2O^2	MnO
	chal.	o	o	Id.	Id.	Id.	o	o	Id.	Id.
Ac. form.	Sol.	CO^2	Pt	Au	Ag	Hg^2Cl	Hg	o	U^2O^2	MnO
	chal.	o	o	o	Id.	Id.	Id.	o	Id.	Id.
Ac. acét.	Sol.	$\overline{F}$	o	o	Ag (t. f.)	Hg^2Cl (t. f.)	o	o	U^2O^2	Mn^2O^3
	chal.	o	o	o	Id.	o	o	o	o	Id.
Ac. but.	Sol.	(f.)	o	Au (t. f.)	Ag	Hg^2Cl (t. f.)	Hg	Cu	o	Mn^2O^3 (f.)
	chal.	o	o	Id.	o	o	o	o	o	Id.
Ac. lact.	Sol.	Al$\overline{A}$	o	Au (f.)	Ag	Hg^2Cl	Hg-$\overline{B}$	Al-$\overline{A}$	U^2O^2	MnO.$\overline{A}$
	chal.	o	o	o	o	o	o	o	o	Id.
Ac. tart.	Sol.	$\overline{F}$	Pt	Au (f.)	Ag (f.)	Hg^2Cl (f.)	Hg-$\overline{F}$	Af-$\overline{A}$	U^2O^2	MnO-$\overline{F}$
	chal.	o	o	o	o	Id.	o	o	o	Id.
Glucose.....	Sol.	$\overline{O}$-$\overline{F}$-Al	o	Au	o	Hg^2Cl-$\overline{F}$	Hg-$\overline{F}$	Cu-$\overline{F}$	o	$\overline{O}$-$\overline{F}$
	chal.	$\overline{F}$	o	o	o	o	o	CuO-F	o	Id.
Alc. mét.	Sol.	o	Pt-$\overline{F}$	Au-$\overline{F}$	Ag	Hg^2Cl	Hg-Am	Cu^2O-Am	U^2O^2	$\overline{F}$.Am
	chal.	o	o	o	o	o	o	o	o	Id.
Alc. éthyl. ...	Sol.	Ae-$\overline{A}$	Pt-$\overline{A}$	Au-$\overline{A}$	Ag (f.)	o	Ae-$\overline{A}$	o	U^2O^2	Ae.$\overline{A}$
	chal.	o	o	o	o	o	o	o	o	Id.
Alc. am.	Sol.	o	o	Au	Ag (f.)	Hg^2Cl-$\overline{V}$	Hg-$\overline{V}$	Cu^2O-$\overline{A}$-$\overline{V}$	U^2O^2	Mn^2O^3-$\overline{A}$-$\overline{V}$
	chal.	o	o	o	Id.	o	o	o	o	Id.
Aldéhyde....	Sol.	$\overline{A}$	Pt-A	o	Ag-$\overline{A}$	Hg^2Cl-$\overline{A}$	Hg-A	Cu^2O-Cu-A	U^2O^2	MnO-$\overline{A}$
	chal.	$\overline{A}$ (f.)	o	o	o	o	o	Id. (f.)	o	Id.
Acétone.....	Sol.	(t. f.)	o	Au	Ag (t. f.)	o	Hg-$\overline{A}$	Cu^2O-Ae	U^2O^2	Mn^2O^3
	chal.	o	o	Id.	o	o	o	o	o	Id.
Glycérine....	Sol.	$\overline{F}$	Pt (f.)	Au	Ag	o	Hg-$\overline{F}$	Cu^2O-Ae	o	MnO-$\overline{F}$
	chal.	o	o	o	o	o	o	Cu^2O (t. f.)	o	Id.

» Des faits consignés dans ce Tableau, on peut tirer les conclusions suivantes :

» 1° Toutes les actions de combustion que peut produire la chaleur peuvent être aussi produites par la lumière; mais l'inverse n'est pas vrai, et il est un grand nombre de réactions que la lumière semble seule capable de déterminer.

» 2° Toutes ces réactions se résument en une dislocation de la molécule primitive qui se décompose en éléments plus simples.

» 3° Ces éléments sont en petit nombre; ce sont surtout, en se bornant aux corps volatils, les acides formique, acétique et butyrique, les alcools méthylique et éthylique, l'aldéhyde éthylique, c'est-à-dire les corps du Tableau ci-dessus qui ont la plus grande stabilité vis-à-vis des diverses actions oxydantes mises en jeu.

» 4° Ces groupements stables se retrouvent en général les mêmes avec un même corps, quelle que soit la source à laquelle il emprunte son oxygène. Mais tel n'est pas toujours le cas. Ainsi l'acide lactique, brûlé au moyen de l'oxygène de l'air, donne de l'acide acétique, et de l'acide butyrique quand il emprunte son oxygène aux sels de mercure.

» 5° Ces résidus stables de la combustion n'existaient pas à l'état de groupements tout formés dans la molécule initiale, et résultent d'un arrangement nouveau des molécules pendant la combustion. Ce qui le prouve, c'est qu'ils se retrouvent les mêmes avec des corps de types différents, c'est encore qu'ils ne sont pas toujours les mêmes avec le même corps.

» 6° Ces produits de dislocation renferment un moins grand nombre de molécules d'hydrogène et de carbone que le corps dont ils proviennent. Les deux seules exceptions à cette règle, la formation d'acide formique aux dépens de l'acide oxalique, celle d'acide butyrique aux dépens de l'acide lactique, rentrent dans la règle quand on double les formules de l'acide oxalique et de l'acide lactique, qui sont des acides bibasiques.

» 7° L'hypermanganate de potasse, qui agit souvent à froid et à l'obscurité, ne donne pas d'autres produits que ceux qui résultent de l'action du Soleil et de la chaleur, et les corps qu'il attaque le mieux sont aussi ceux qui se montrent les moins stables vis-à-vis des autres influences oxydantes. Mais, s'il n'apporte pas de faits nouveaux, on peut étudier plus facilement avec lui les circonstances de l'expérience, les conditions d'alcalinité ou d'acidité initiale et finale qui commandent le résultat. Ces dernières conditions jouent un grand rôle dans les combustions faites aux dépens de l'oxygène libre ou de l'oxygène combiné; mais, pour les détails

sur ce sujet, je ne peux que renvoyer à mon Mémoire, qui sera publié dans les *Annales de l'Institut agronomique*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés de l'inosite*. Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que l'inosite, par l'ensemble de ses caractères, doit être considérée comme un alcool secondaire à chaîne fermée, dérivant de l'hexahydrure de benzine. Il était alors facile de prévoir que cette substance devait, en se transformant, donner naissance à des composés aromatiques bien définis. C'est ce que l'étude des produits d'oxydation et de réduction de l'inosite a pleinement vérifié.

» 1. *Action des réducteurs*. — L'inosite anhydre, chauffée pendant quatre heures à 170° avec quinze fois son poids d'acide iodhydrique (densité, 1,85), se réduit partiellement et donne une très petite quantité de benzine, qui a été caractérisée par sa transformation en nitrobenzine, et du phénol, immédiatement reconnaissable à son odeur. En outre, le liquide extrait du tube a laissé précipiter, par l'addition de potasse, un corps blanc qui, après deux cristallisations dans l'alcool et le chloroforme, a été reconnu pour du triiodophénol : en effet, il renfermait 79,1 pour 100 d'iode (théorie 80,7), fondait à 153° (point de fusion indiqué 156°), et s'est changé par le mélange nitrique en trinitrophénol que l'on a caractérisé par sa transformation en picrate de potasse.

» Par conséquent, dans les conditions indiquées ci-dessus, l'inosite se transforme en phénol, ce qui vérifie la structure hexagonale précédemment admise.

» La poudre de zinc, avec 2^{gr} d'inosite, a donné seulement des gaz combustibles et des goudrons dans lesquels on n'a pu reconnaître ni la benzine ni le diphényle. Quant à l'amalgame de sodium, j'ai déjà eu occasion de dire qu'il est sans action.

» 2. *Action des oxydants*. — L'acide chromique, à froid, attaque aisément l'inosite; il se produit une légère effervescenee d'acide carbonique, et le liquide paraît contenir uniquement de l'acide formique.

» Le permanganate de potassium, en solution neutre ou acide, donne de l'acide carbonique.

» Les haloïdes, en présence de l'eau, n'agissent pas à froid; chauffée à 100° avec son poids de brome et un excès d'eau, l'inosite donne des produits bruns déjà signalés.

» L'acide azotique étendu n'agit pas, même à l'ébullition.

» L'acide azotique concentré, fumant ou non, attaque régulièrement l'inosite à 100°. Si la réaction a lieu au réfrigérant ascendant, on voit se produire bientôt des quantités notables d'acide oxalique. Si l'on fait l'attaque dans une capsule ouverte, au bain-marie, il ne se forme plus d'acide oxalique, et l'on obtient, après l'évaporation complète du liquide, un résidu blanc, amorphe, soluble dans l'eau avec effervescence, et déjà observé par MM. Tanret et Villiers (*Annales de Chimie et de Physique*, 1881, t. XXIII, p. 394). La dissolution de ce corps, purifié par des lavages à l'alcool, devient rapidement brune quand on l'évapore au bain-marie, et bientôt elle dépose des cristaux noirs, lamelleux, qui offrent quelque ressemblance avec l'iode sublimé. Ce corps n'est autre chose que la tétraoxyquinone $C^6O^2(OH)^4$ (acide dihydrocarboxylique de Lerch), récemment étudiée par Nietzki et Benckiser, ainsi que le montre l'analyse suivante :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	42,4	41,9
Hydrogène	2,65	2,32

» La solution aqueuse de ce produit précipite en brun violacé les sels de baryum et donne la tétraoxyquinone monobarytique $C^6O^4Ba(OH)^2$, l'un des principes colorants de la réaction de Scherer.

» En présence de l'air et d'un léger excès d'alcali, la tétraoxyquinone se modifie rapidement : l'addition d'un sel de baryum, légèrement acidulé, donne alors un beau précipité rouge, couleur d'éosine, de dioxydiquinone monobarytique ou rhodizonate de baryum C^6O^6Ba. Ce corps qui, comme on le sait, est presque impossible à obtenir pur, nous a paru suffisamment déterminé par sa couleur et son origine; on ne l'a pas analysé. Il constitue, comme le précédent, l'un des produits de la réaction de Scherer.

» Ces premiers produits d'oxydation peuvent être préparés plus facilement en passant par leurs dérivés sodés : si l'on ajoute à la solution chaude du résidu qu'on obtient en attaquant l'inosite par l'acide azotique un excès de carbonate de sodium et un peu d'alcool, on voit, après quelques minutes, se précipiter une poudre cristalline noire, à reflets verdâtres, qui est un mélange de tétraoxyquinone et de dioxydiquinone disodées; il suffit de décomposer ces sels par l'acide chlorhydrique et de reprendre par l'alcool bouillant pour avoir une solution de tétraoxyquinone que l'on abandonne à cristallisation; on purifie par de simples lavages à l'eau. On en obtient ainsi 10 pour 100 environ du poids de l'inosite employée.

» La tétraoxyquinone, traitée à froid par l'acide nitrique concentré, se convertit instantanément, avec élévation de température et dégagement de vapeurs rutilantes, en une poudre blanche, cristalline, qui est la triquinone hydratée $C^6O^6 + 8H^2O$ de Nietzki et Benckiser (acide oxycarboxylique de Lerch).

	Trouvé.	Calculé.
Carbone................	23,4	23,1
Hydrogène..............	5,11	5,12

» Cette matière reproduit aisément la tétraoxyquinone quand on la traite, en suspension dans l'eau tiède, par un courant d'acide sulfureux.

» La triquinone, enfin, chauffée avec l'eau, se colore en jaune, et si l'on évapore le liquide, après l'avoir neutralisé par un peu d'hydrate de potasse, on voit se produire bientôt une belle cristallisation de croconate de potassium $C^5K^2O^5 + 2H^2O$. Ce sel a été caractérisé par un dosage d'eau et de potassium.

	Trouvé.	Calculé.
Eau (perte à 110°)................	15,27	14,17
Potassium........................	30,50	30,71

» Le même corps prend naissance quand on oxyde, par un courant d'air, la tétraoxyquinone ou l'acide rhodizonique en solution alcaline.

» Tous ces caractères concordant avec les propriétés connues des oxyquinones ou des polyquinones, il ne peut y avoir aucun doute sur l'identité des produits auxquels ils se rapportent, et comme la tétraoxyquinone, l'acide rhodizonique, la triquinone et l'acide croconique ont été obtenus dans des circonstances analogues, d'une part au moyen de l'inosite, comme je viens de le montrer, et d'autre part avec l'hexaoxybenzine $C^6(OH)^6$ ou avec son dérivé potassique, par Nietzki et Benckiser (1), il en résulte que l'inosite est bien un corps à structure hexagonale symétrique, comme on l'avait déjà établi autrement.

» Les autres propriétés de l'inosite peuvent être maintenant prévues par la théorie; je me propose d'en poursuivre l'étude, et j'espère avoir bientôt l'honneur de communiquer à l'Académie de nouveaux résultats. »

---

(1) *Berichte*, t. XVIII, p. 499 et 1833.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison de la paratoluidine et du chlorure cuivrique.* Note de M. **E. Pomey.**

« Lorsqu'on verse une solution de chlorure de cuivre dans une dissolution de paratoluidine, on obtient immédiatement un précipité brun amorphe volumineux.

» Il n'en est plus de même lorsqu'on ajoute à une solution chlorhydrique de paratoluidine une solution également chlorhydrique de chlorure cuivrique ; dans ce cas, on n'obtient aucun précipité. Toutefois, si l'on chauffe jusqu'à l'ébullition le mélange des deux liqueurs, puis qu'on l'abandonne au refroidissement, on ne tarde pas à voir se déposer peu à peu des cristaux jaune d'or présentant des reflets magnifiques.

» Lorsque le dépôt cesse d'augmenter, on filtre et l'on égoutte les cristaux à la trompe. Puis on les fait recristalliser dans l'acide chlorhydrique, on les sépare de nouveau à la trompe et enfin on les sèche dans l'étuve à 100°, jusqu'à ce qu'ils ne dégagent plus d'acide chlorhydrique.

» Le corps ainsi obtenu est facilement soluble dans l'eau. On peut y doser le chlore par précipitation simple à l'aide du nitrate d'argent, et le cuivre par précipitation au moyen de la potasse.

» C'est ainsi que l'analyse a fourni les nombres suivants :

	Pour 100.
Chlore	34,20
Cuivre	15,18

nombres qui concordent avec ceux qu'on déduit de la formule

$$CuCl^2, 2(C^7H^9AzHCl).$$

» Cette formule exige en effet

Chlore	33,67
Cuivre	15,05

CHIMIE AGRICOLE. — *De la composition des graines de l'*Holcus sorgho *et de leur application dans l'industrie agricole.* Note de M. **Bordas**, présentée par M. Chevreul. (Extrait.)

« Après les ravages du Phylloxera, pour tirer parti du sol occupé précédemment par la vigne, les populations rurales de Vaucluse et du Gard

s'adonnèrent à la culture des céréales. On compta plus particulièrement sur celles du blé et du sorgho.

» La culture de l'*Holcus sorgho* ou *mil à balais*, suivant son nom vulgaire, ne réclame aucun soin. En outre, la période de végétation s'accomplit en moins de soixante-dix jours. Quant à la récolte, elle est de la plus grande simplicité : il s'agit seulement de réunir en bottes de volumes déterminés les flèches préalablement dépourvues de leurs graines.

» Mais, la récolte terminée, que deviennent ces graines recueillies en quantité considérable? Elles servent exclusivement à l'engraissement des volailles et se vendent au prix minime de 5^{fr} l'hectolitre.

» Je voulais m'assurer si l'on ne pouvait pas leur faire remplir un rôle plus important. De vastes terrains plantés de toutes les variétés du mil à balais me furent gracieusement cédés par M. Alf. Hunebelle, un des agronomes les plus distingués de la Camargue.

» J'établis là mon *champ d'expérience*, et je constatai que la graine du sorgho donnait à l'analyse une moyenne de 42 pour 100 d'amidon.

» Une telle abondance de matière amylacée n'était assurément pas négligeable et pouvait constituer une nouvelle source d'alcool et de glucose.

» Notre analyse a porté sur différents échantillons provenant de variétés diverses, et nous avons toujours trouvé sensiblement la même composition.

» Notons que la teneur en matière amylacée est inférieure à ce qu'elle devrait être si les exigences de la récolte n'obligeaient pas le cultivateur à couper les flèches avant que la graine soit complètement mûre. En effet, en permettant à la graine de mûrir sur pied, on trouve une notable augmentation en matière amylacée. On atteint alors plus de 50 pour 100.

» Nous trouvons que le blé, le riz et le maïs, d'après les analyses qui ont été faites par M. Payen, contiennent en moyenne :

	Amidon pour 100.
Blé	65
Maïs	60
Riz	85

» Nous savons, d'autre part, que 100^{kg} de blé produisent 42^{lit} à 44^{lit} d'alcool; 100^{kg} de seigle, 38^{lit} à 40^{lit} d'alcool; 100^{kg} d'orge, d'avoine, de maïs, 33^{lit} à 36^{lit} d'alcool. Proportionnellement à la quantité d'amidon, on devrait trouver pour 100^{kg} de *Holcus sorgho* 27^{lit} à 29^{lit} d'alcool.

» Nos essais nous ont fourni 26^{lit} d'alcool bon goût marquant 33°.

» *Extraction de l'alcool.* — L'expérience nous a démontré qu'il était préférable d'employer le procédé basé sur l'influence de la diastase à celui de la saccharification par les acides. En effet, dans le second cas, les drèches ne peuvent pas être utilisées pour la nourriture des bestiaux, et la qualité de l'alcool est inférieure à celle qu'on obtient par la fermentation.

» Dans le procédé basé sur l'influence de la diastase, la fabrication présentera trois phases distinctes :

» 1° Préparation d'un liquide sucré fermentescible;

» 2° Fermentation de ce liquide.

» 3° Séparation de l'alcool du liquide fermenté par la distillation.

» La graine de sorgho est enveloppée d'une écorce qui se détache assez facilement; il en résulte que, dans la pratique de la fabrication de l'alcool, il y aurait avantage à laisser tremper dans l'eau (à la température ambiante) les graines pendant deux à trois jours.

» Cette opération étant faite, on n'a plus qu'à écraser le tout, ce qui est très facile; on évite de la sorte la mouture qui est une opération dont les résultats ne sont pas toujours des plus satisfaisants.

» En effet, les cellules qui contiennent les grains de fécule crèvent par l'effet de l'absorption de l'eau et l'on a de la sorte une désagrégation beaucoup plus complète.

» On procède ensuite à l'opération du mouillage en employant le moins d'eau possible, afin de ne pas obtenir des liqueurs sucrées trop étendues. La température ne doit pas dépasser 60°. On brasse le tout et on laisse reposer pendant deux heures, afin que l'hydratation soit complète. On introduit graduellement et par portions successives de l'eau bouillante, afin d'amener la masse à la température de 70° environ, puis on laisse reposer pendant deux à trois heures.

» On obtient alors un moût sucré sur lequel on fait réagir soit de la levure de bière, ou bien des vinasses d'une opération précédente. Lorsque la fermentation est terminée, on soumet la masse à la distillation.

» Les résidus liquides sortant de l'alambic peuvent être utilisés très avantageusement pour l'irrigation des prairies artificielles, ou mélangés au purin pour l'arrosage des fumiers. Les résidus solides peuvent être comprimés en forme de tourteaux pour l'engraissement des animaux, ou employés comme engrais. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Des tiges jugale et ptérygoïde chez les Vertébrés;* par M. A. LAVOCAT. (Extrait.)

« De chaque côté de la tête des Vertébrés, deux tiges longitudinales s'étendent du temporal à la mâchoire supérieure : l'une, externe, est constituée par l'apophyse zygomatique et le jugal ; l'autre, interne, par les deux ptérygoïdes.

» De même que le temporal, elles peuvent être fixes ou mobiles : dans le premier cas, elles concourent à relier solidement la mâchoire supérieure au crâne ; dans le second cas, elles transmettent à cette mâchoire les mouvements du maxillaire inférieur.

» Dans les Poissons, l'apophyse zygomatique et le jugal manquent complètement ; et c'est à tort que ces deux pièces ont été considérées par quelques anatomistes comme pouvant être représentées par le coronaire et l'articulaire, sur lesquels joue la partie mobile ou antérieure du maxillaire des Poissons. D'un autre côté, le coronaire et l'articulaire de ces animaux ne sont pas plus des pièces tympaniques que le temporal, dont elles semblent faire partie : tous deux appartiennent certainement au maxillaire, puisqu'ils lui sont réunis chez quelques Ganoïdes, tels que les Lépidostées, l'Ostéoglosse, etc. Quant aux ptérygoïdes des Poissons, ils sont superposés, appuyés, par leur base, sur le coronaire et l'articulaire et fixés, en avant, au palatin.

» Chez les Serpents, il y a une grande analogie avec les Poissons : le temporal, étroit et dirigé en arrière, s'articule, en haut, sur le bord du pariétal et, en bas, avec le coronaire, également allongé et mobile, mais dirigé en bas et en avant. Sur ce coronaire, joue inférieurement le maxillaire et s'appuie la tige des deux ptérygoïdes, situés l'un au devant de l'autre et aboutissant au palatin. Il n'y a pas de tige jugale, de même que chez les Poissons. Les déterminations accréditées, au sujet des Serpents, sont essentiellement défectueuses : pour le temporal, qui est dit *mastoïdien*, ainsi que pour le coronaire, qui est nommé *os tympanique*.

» Imparfait dans les Amphibiens inférieurs, comme chez les Poissons primitifs, l'appareil temporo-maxillaire se complète, chez les Batraciens anoures, par l'apparition de la tige jugale. Le temporal, mobile sur le pariétal, s'articule, en bas, avec le maxillaire, en dehors, avec la tige jugale et, en dedans, avec la tige ptérygoïde. La tige jugale est grêle et

fixée, en avant, au sus-maxillaire. Les deux ptérygoïdes sont réunis en une seule pièce, en forme de T, articulée, en arrière, sur le temporal et le sphénoïde et fixée, en avant, au palatin. Malgré ces connexions caractéristiques, le temporal des Batraciens est connu sous le titre d'*os tympanique* et l'apophyse zygomatique sous celui d'*écaille temporale*.

» Dans les Lézards comme chez les Grenouilles, le temporal est mobile, ainsi que les tiges jugale et ptérygoïde. L'arcade zygomatique est plus forte. Le ptérygoïde postérieur s'étend jusqu'au palatin ; et le ptérygoïde antérieur, dit *os transverse*, comme chez les Crocodiles, se porte, en avant et en dehors, sur le jugal.

» Chez les Crocodiles, le temporal est fixe, ainsi que les tiges jugale et ptérygoïde. Le temporal, épais et fort, s'articule en bas avec le maxillaire ; sur son bord antérieur est relevée et fixée l'apophyse zygomatique, qui, de même que chez les Lézards, est nommée à tort *écaille temporale*, tandis que le temporal est dit *os tympanique*. Le jugal relie fortement l'apophyse zygomatique à l'arcade orbitaire et au sus-maxillaire. Le ptérygoïde antérieur ou *os transverse*, plus fort que dans les Lézards, s'étend du ptérygoïde postérieur à la jonction du jugal et du sus-maxillaire. Le ptérygoïde postérieur, large, uni à l'opposé et fixé sous le crâne, s'unit, en avant, au bord postérieur du palatin.

» Dans les Tortues, l'appareil temporo-maxillaire est construit pour la solidité, comme chez les Crocodiles. La principale modification consiste en ce qu'il n'y a pas d'*os transverse* et que les deux ptérygoïdes sont réunis en une seule pièce, disposée à peu près comme le ptérygoïde postérieur des Crocodiles. Ici encore, le temporal est méconnu sous le titre d'*os tympanique* et l'apophyse zygomatique sous celui d'*écaille temporale*.

» Chez les Oiseaux, le temporal et les tiges qui en procèdent sont mobiles et la mâchoire supérieure est généralement flexible, comme dans les Lézards. Le temporal (*os carré* de Hérissant, *os tympanique* des auteurs) est situé, comme d'ordinaire, sur le côté du crâne, en avant de l'ouverture auditive. Irrégulièrement quadrangulaire, il s'articule en bas avec le maxillaire, en dehors avec la tige jugale et en dedans avec le ptérygoïde. L'apophyse zygomatique, tige grêle et détachée, comme le jugal qui la recouvre, s'allonge en avant et rejoint la pointe postérieure du sus-maxillaire. Le ptérygoïde antérieur (*os omoïde* de Hérissant) se dirige obliquement en avant et en dedans, entre le temporal et le corps du sphénoïde, où il s'articule avec l'extrémité postérieure du palatin. Le ptérygoïde postérieur, rudimentaire chez l'Autruche, disparait chez les autres Oiseaux.

La confusion est grande surtout au sujet de l'apophyse zygomatique des Oiseaux : Cuvier lui donne le titre de *jugal postérieur*, et R. Owen l'assimile à l'*écaille temporale* qui, d'après Cuvier, serait représentée par le *frontal postérieur*, considéré par Owen comme étant le *mastoïdien*. Ces diverses déterminations contradictoires sont des erreurs que démontrent les connexions significatives de l'apophyse zygomatique et du temporal (*os carré*), ainsi que celles du frontal postérieur et du mastoïde.

» Chez les Mammifères, le temporal, les tiges jugale et ptérygoïde, ainsi que la mâchoire supérieure, sont fixes et résistants, comme dans les Tortues et les Crocodiles. Le temporal ou squamosal est caractérisé par sa soudure primitive avec l'apophyse zygomatique. Il conserve ses connexions essentielles : situé sur le côté du pariétal, en avant du tympan et du mastoïde, il s'articule inférieurement avec le maxillaire. L'apophyse zygomatique varie de forme et de dimensions, ainsi que le squamosal ; mais, comme d'ordinaire, elle se prolonge sous le jugal, qui la relie au sus-maxillaire. Les deux ptérygoïdes sont généralement en lames fixées sous les sphénoïdes ; en arrière, ils touchent peu ou point le temporal. Le ptérygoïde postérieur, plus fort, recouvre en partie l'antérieur ; et, en avant, tous deux s'unissent au palatin.

» De ce relevé comparatif, on peut déduire les conclusions suivantes : Les tiges jugale et ptérygoïde, appuyées en arrière sur le temporal, s'étendent toujours en avant, jusqu'à la mâchoire supérieure, puisqu'elles sont reliées au sus-maxillaire, l'une par le jugal et l'autre par le palatin. Le temporal, qui leur sert de base, est toujours situé sur le côté du crâne, en avant de l'ouverture auditive, et articulé inférieurement avec le maxillaire. La tige jugale manque chez les Poissons et les Serpents. De même que le temporal, les tiges jugale et ptérygoïde peuvent être mobiles ou fixes. Ainsi, chez les Poissons, les Serpents, les Batraciens, les Lézards et les Oiseaux, elles sont mobiles d'arrière en avant, par un tel mécanisme que la mâchoire supérieure est élevée, lorsque le maxillaire inférieur s'abaisse, afin d'augmenter l'ouverture de la bouche. Au contraire, le temporal et les tiges qui s'y appuient sont fixes et concourent à rattacher fortement la mâchoire supérieure au crâne, chez les Tortues, les Crocodiles et les Mammifères..... »

ZOOLOGIE. — *L'hétérogamie de l'*Ascaris dactyluris. Note de M. MACÉ, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les femelles d'*Ascaris dactyluris* (Rudolphi) sont vivipares. On les trouve assez fréquemment, accompagnées de mâles de la même espèce, dans l'intestin de *Testudo græca* et de quelques autres Tortues. Dujardin (*Histoire naturelle des Helminthes*, Addenda, p. 654) a fait de cette espèce le type de son nouveau genre *Attractis*. Ces femelles produisent, dans le corps de leur hôte, une dizaine d'embryons qui rompent bientôt les parois de l'utérus, tombent dans la cavité générale et vivent aux dépens des viscères de la mère jusqu'à ce que cette dernière ne soit plus qu'une sorte de sac formé par la partie la plus résistante des couches segmentaires.

» A ce moment, les embryons sont de petits vers blancs, fusiformes, terminés en pointe mousse aux deux extrémités et mesurant de 6^{mm} à $7^{mm},5$ de long sur $0^{mm},5$ à $0^{mm},7$.

» Ces embryons possèdent une organisation très avancée. Le tube digestif est complet; il est formé d'un long œsophage droit, d'un bulbe pharyngien sphérique auquel fait suite immédiatement une large cavité stomacale et d'un intestin peu sinueux se terminant à l'anus, situé presque à la partie terminale du corps. Fait important, l'appareil génital est très bien formé et contient des produits qui, selon toutes les apparences, sont arrivés à leur maturité. Ces embryons sont, sans exception, tous femelles; ils renferment un nombre variable, en général assez peu considérable, d'œufs parfaitement formés. L'appareil génital est simple et non double comme celui des espèces du type de l'*Ascaris lumbricoides*. Le cœcum ovarique se remarque au niveau de l'estomac; l'oviducte lui fait suite sans délimitations bien nettes. Le canal ainsi formé se dirige vers la partie postérieure du corps après s'être un peu pelotonné sur lui-même; il renferme des produits non mûrs pressés les uns contre les autres. Au niveau de l'orifice vulvaire, on y trouve des œufs de grosseur normale, entourés déjà d'une coque mince et situés en chapelet dans le canal, dont la paroi s'est modifiée et épaissie; c'est la portion utérine. L'utérus se dirige directement vers la partie postérieure, puis, arrivé à peu près à l'union des deux tiers antérieurs avec le tiers postérieur du corps, il se recourbe brusquement et remonte, en décrivant quelques sinuosités, jusqu'à la base de la dilatation stomacale, où il forme une anse régulière et vient s'ouvrir

à la vulve, située vers la moitié du corps reportée très peu en arrière. Les œufs arrivent jusqu'à cette dernière anse. La membrane utérine se moule sur eux et présente des annulations très évidentes à leur niveau.

» Les œufs, contenus dans l'utérus, sont régulièrement ovoïdes. Ils mesurent $0^{mm},090$ de long sur $0^{mm},034$ de large; ils sont entourés d'une coque mince et hyaline; leur contenu est un vitellus granuleux réparti uniformément dans l'intérieur de l'enveloppe; sur aucun on ne trouve trace de segmentation.

» L'appareil génital de ces embryons ovipares est bien différent de celui de la mère vivipare, qui possède un utérus à deux branches, comme celui de l'*Ascaris lumbricoides* et dont la vulve est située dans le voisinage immédiat de l'orifice anal.

» Le point le plus intéressant de cette observation est la production d'œufs, possédant l'apparence des œufs mûrs, par des embryons contenus encore dans l'intérieur du corps de la mère et présentant des caractères d'organisation différents de ceux des parents. C'est un cas particulier d'alternance de génération d'hétérogamie qui se rapproche beaucoup du mode de reproduction si bizarre des larves de Cécidomyes, pour lequel von Baer a créé le mot de *paedogénèse,* avec cette condition en plus, que les individus reproducteurs sont à une phase moins avancée encore que les larves vivipares de ces Diptères.

» Ces œufs se développent-ils? Tout porte à le croire. Je n'ai encore pu observer aucune formation d'embryon dans leur intérieur. Toutefois, leurs aliments étant épuisés, ces larves mères doivent forcément sortir de l'enveloppe maternelle; elles sortent peut-être avec les excréments et passent une phase ultérieure de leur existence dans l'eau ou la terre humide, comme la génération sexuée de l'*Ascaris nigrovenosa.* Seulement ces femelles ne sont certainement pas vivipares; la présence d'une coque résistante autour de l'œuf et celle d'œufs dans la partie terminale des voies génitales doivent faire écarter cette opinion. Les œufs doivent être pondus et leur développement se faire en totalité ou en partie dans l'hôte primitif ou dans un milieu humide. C'est ce que des expériences ultérieures pourront nous apprendre.

» A côté du fait de production d'œufs par des embryons, nous avons une observation, nouvelle et intéressante, d'alternance bien nette de génération : l'*Ascaris dactyluris* donne par viviparité une génération ovipare, différant manifestement de la première par des caractères bien tranchés et dans laquelle on ne rencontre que des femelles. Ces femelles produisent

des œufs, qui doivent être aptes à donner de nouveaux individus. Alors, ou bien elles sont hermaphrodites, comme les femelles d'*Ascaris nigrovenosa*, qui habitent le poumon des Batraciens; ou cette seconde génération se reproduit parthénogénétiquement. L'examen du cœcum ovarique et de l'oviducte, où l'on ne remarque pas d'indices de production de spermatozoïdes, conduit à admettre comme vraie cette dernière opinion. »

ZOOLOGIE. — *Réponse à M.* Balbiani *à propos de la* Leucophrys patula. Note de M. **E. Maupas**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* du 3 janvier dernier, M. Balbiani me fait l'honneur de discuter mes observations sur la multiplication de la *Leucophrys patula* et affirme que j'ai beaucoup exagéré la valeur et l'intérêt de ces observations. D'après lui, les phénomènes décrits par moi n'auraient rien de nouveau, et je n'aurais fait qu'ajouter un cas de plus à une catégorie de faits connus depuis longtemps. La multiplication de la Leucophre par petits rejetons devrait être assimilée à celle que l'on connaît chez une demi-douzaine d'espèces, qui se multiplient à l'état de repos, en se divisant par des bipartitions successives, de manière à donner naissance à des rejetons plus ou moins nombreux, dont la taille est d'autant plus petite que les divisions ont été plus fréquentes.

» Je ne pouvais ignorer les faits auxquels M. Balbiani fait allusion, puisque, dans mes publications antérieures, j'ai contribué moi-même à en accroître le nombre. Cette série est encore plus nombreuse que ne le pense mon savant contradicteur. La liste des Ciliés se multipliant ainsi après enkystement n'ayant encore jamais été réunie, je la donne ici avec le nom des premiers observateurs : *Colpoda Steinii* (Stein), *Colpoda cucullus* (?), *Otostoma Carteri* (Carter), *Prorodon teres* (Stein), *Panophrys flava* (Stein), *Ichthyophtirius multifiliis* (Fouquet), *Amphileptus meleagris* (Claparède), *Tillina magna* (Gruber), *Lacrymaria olor* (Stein), *Glaucoma scintillans* (Stein), *Lagynus crassicollis* (Maupas), *Enchelys nebulosa* (Entz), *Actinobolus radians* (Entz). A ces treize espèces, je puis ajouter deux observations inédites faites sur le *Lembus pusillus* de Quennerstedt et, chose beaucoup plus intéressante, sur une belle Oxytrichide d'eau douce constituant une espèce et un genre nouveaux, qui, avant de se fissipariser en deux, commence toujours par s'enrouler et s'envelopper dans un kyste.

» Lorsque M. Balbiani assimile ces multiplications accompagnées d'en-

kystement aux phénomènes que j'ai décrits chez la Leucophre, il confond, à mon avis, des choses profondément distinctes et paraît n'avoir pas bien saisi le sens et la portée de ma précédente Note.

» Envisagées uniquement au point de vue morphologique, les subdivisions répétées de la Leucophre peuvent jusqu'à un certain point se rapprocher de ces divisions avec enkystement. Elles en diffèrent cependant par l'absence du kyste qui, malgré l'assertion contraire de M. Balbiani, me semble avoir une certaine importance. En effet, chez tous les Ciliés cités plus haut, cet enkystement est toujours le résultat d'un accroissement végétatif arrivé à son maximum de développement, et la division simple ou répétée qui le suit correspond évidemment à la fissiparité ordinaire. Ces Infusoires n'ont d'ailleurs pas d'autre mode de multiplication.

» Chez la Leucophre, il n'en est plus de même. Cette espèce, en effet, placée dans les conditions ordinaires de bonne alimentation, se multiplie par simple fissiparité. J'en ai isolé des individus, dont j'ai suivi les divisions successives jusqu'à la quarantième génération. En continuant à leur donner une abondante nourriture, j'aurais pu prolonger à l'infini cette série de bipartitions fissipares. Mais, et c'est là le point essentiel, aussitôt qu'on place des Leucophres dans un milieu dépourvu de nourriture, la marche des phénomènes se modifie complètement. C'est alors qu'apparaît la métamorphose sans enkystement, suivie des six bipartitions successives donnant naissance à soixante-quatre petits rejetons.

» Ainsi donc, dans le cas des quinze espèces citées plus haut, l'enkystement et les bipartitions simples ou répétées qui l'accompagnent sont le résultat final de l'accroissement végétatif, à la suite d'une abondante alimentation; chez la Leucophre, au contraire, sa métamorphose et sa subdivision en petits rejetons ont pour cause un manque de nourriture. Au point de vue physiologique, les deux phénomènes me paraissent essentiellement distincts. L'absence de kyste chez la Leucophre contribue encore à caractériser cette différence. J'ai, en effet, signalé dans ma précédente Note, chez le *Didinium nasutum* et l'*Enchelys farcimen*, de rapides bipartitions successives également sans production de kystes. Comme chez la Leucophre, ces divisions s'effectuent sans accroissement végétatif et ont pour but final non la multiplication, mais la conjugaison de ces espèces.

» Ces productions de petits rejetons par une succession de rapides bipartitions sans formation de kyste sont donc, comme je l'ai dit, le résultat d'adaptations biologiques particulières de la fissiparité. Il est impossible de les confondre avec la multiplication végétative accompagnée d'enkystement.

La similitude plus ou moins réelle qui existe entre les deux ordres de processus au point de vue morphologique n'en jette qu'un plus vif intérêt sur leurs différences profondes et essentielles au point de vue physiologique.

» D'après M. Balbiani, la fécondité de l'*Ichthyophtirius* observée par M. Fouquet serait *autrement formidable* que celle dont j'ai parlé à propos de la Leucophre. L'Infusoire de M. Fouquet demeure enkysté durant deux jours. En admettant qu'il faille aux petits rejetons sortant du kyste un jour pour atteindre leur accroissement complet, s'enkyster et avoir ainsi parcouru le cycle complet de leur évolution, cela nous donne une durée de trois jours pour arriver à la production d'un millier d'individus. J'accepte ce chiffre, bien que j'aie de bonnes raisons pour le croire assez fortement exagéré. Une Leucophre placée, par une température de 20°C., dans un milieu riche en nourriture, se fissiparisant cinq fois par vingt-quatre heures, donnera naissance à la fin du troisième jour à 16384 individus, de même développement et de même taille que le progéniteur primitif. En leur supprimant la nourriture, on verra en quelques heures ce gros chiffre multiplié par 64, ce qui nous donnera un total de 1 048 576 individus; c'est-à-dire plus de mille fois plus que chez l'*Ichthyophtirius*. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les variations physiologiques diurnes et nocturnes du pouls du cerveau.* Note de MM. **Rummo** et **Ferrannini**.

« Ayant eu l'occasion d'observer deux individus atteints d'une perte de substance de la calotte crânienne résultant d'un traumatisme, nous avons entrepris d'étudier sur ces sujets la façon dont se comportent le pouls et la température du cerveau, le cœur, le pouls et les variations volumétriques de l'avant-bras ou du pied, sous l'influence des substances qui agissent sur le système nerveux central.

» Dès le début de nos expériences, nous avons pensé qu'il devait y avoir des changements continuels dans l'état de la circulation et de la température cérébrale comme dans celui du cœur, du pouls et du volume des organes, et cela non seulement sous la dépendance des stimulants anormaux, pathologiques ou pharmacologiques, mais aussi des stimulations de notre milieu ordinaire physico-moral. Pour cette raison nous avons cru absolument indispensable de faire une étude préliminaire pour déterminer si, chez un individu placé dans ses conditions habituelles d'existence, il n'y a pas, dans les fonctions dont nous nous occupons, un cycle de varia-

tions aux différentes heures du jour et de la nuit, dont on puisse tracer un tableau d'ensemble.

» Dans cette première Communication, nous consignerons les résultats obtenus par nous relativement aux variations diurnes et nocturnes du pouls du cerveau, suivies heure par heure, sans y joindre celui du cœur, du pouls et des variations volumétriques de l'avant-bras; nous pourrons ainsi faire apprécier les altérations que le pouls propre du cerveau subit sous l'influence des stimulations cutanées causées par l'application des différents appareils (cardiographe, pléthysmographe, etc.). Quelque attention que nous ayons mise à rechercher ce qui a été fait sur ce sujet depuis Caldwell jusqu'aux travaux de F. Franck et Brissaud, de Salathé, et surtout de notre compatriote Mosso, qui a jeté sur cette question tant de lumière, nous n'avons rencontré aucune étude entreprise dans le même sens que la nôtre.

» Pour prendre le tracé du pouls du cerveau, nous avons adopté une nouvelle disposition. Nous avons fait construire des cupules d'ébonite et de différents métaux d'une concavité et d'une forme telles que leurs bords puissent s'adapter exactement aux bords de la cicatrice crânienne. Dans la cupule s'implante un petit tube formé de la même substance, auquel s'adapte un tube en caoutchouc destiné à mettre en communication la chambre à air comprise entre la face inférieure de la cupule et la cicatrice avec un tambour enregistreur de Marey, qui écrit sur un cylindre noirci, mis en mouvement par un régulateur de Foucault. La cupule vient s'adapter au crâne au moyen d'une couche très mince de gutta-percha fondue et également étalée sur les bords et fixée par des tours de bande à quatre petits boutons placés sur la surface convexe. Aux bords de la cupule nous mettions une couche de mastic de vitrier.

» Avec une telle disposition nous avons obtenu ce double résultat de ne comprimer en aucune façon la masse cérébrale et d'empêcher les changements de tension dans la chambre à air de la cupule.

» Pour enregistrer le temps, nous avons employé le signal de Marcel Deprez et l'interrupteur Trouvé.

» Dans toutes nos expériences, les sujets se trouvaient dans leur milieu ordinaire et dans des conditions d'alimentation identiques, leurs aliments ne contenant aucune substance de nature à modifier la circulation et l'activité cérébrale. Les résultats que nous avons obtenus dans une première série d'expériences sont les suivants :

» 1° Il y a un cycle dans les variations diurnes et nocturnes du pouls du cerveau.

» 2° Le matin (de 8^h à 10^h) le pouls du cerveau chez le même individu et à la même heure est variable suivant les jours : *tricuspide*, *anacrote*, *catacrote*. Les modifications observées pendant la suite du jour et de la nuit sont différentes suivant les divers types du pouls observés pendant la matinée.

» 3° Après déjeuner (de 11^h à 3^h), il y a un renforcement du pouls du cerveau qui dure de trois à quatre heures.

» 4° Dans les dernières heures du jour, de 4^h à 6^h du soir, le pouls cérébral offre une moindre tension.

» 5° Après le dîner (de 6^h à 10^h du soir), le pouls se renforce d'une manière considérable.

» 6° Pendant le sommeil normal, compris chez nos deux sujets, de 10^h du soir à 6^h du matin, nous avons relevé trois phases nettement distinctes. Dans une première phase, entre 10^h du soir et 1^h du matin, le pouls du cerveau se maintient presque semblable à celui qu'on avait observé après le repas du soir, c'est-à-dire sensiblement renforcé. Dans une deuxième phase (de 1^h à 4^h du matin) les différents caractères du pouls indiquent une diminution considérable du tonus des parois des vaisseaux. Dans la troisième phase (de 4^h à 6^h du matin), cette diminution du tonus, qui avait atteint son maximum vers $3^h 10^m$, fait place à un renforcement qui se continue jusqu'au réveil. Le passage d'une de ces phases à la suivante est graduel. Le sommeil le plus profond s'observe pendant la deuxième phase.

» 7° Au moment du réveil, soit la nuit, soit le matin, nous avons constamment noté une modification du pouls qui persiste peu de minutes après le réveil, et que nous avons dénommée *période spasmodique du pouls cérébral*, et qui consiste en une succession de pulsations très petites et irrégulières dans un espace de temps très court.

» 8° Cette période passée, on voit chez l'individu réveillé tous les caractères du pouls de la troisième phase.

» Dans une autre série de recherches, nous avons provoqué une interversion des heures du sommeil et de la veille, nos sujets dormant le jour et veillant la nuit. Les résultats de quatre séries d'expériences faites à des jours éloignés les uns des autres sont les suivants : 1° Pendant la nuit, les sujets éveillés conservent le renforcement du pouls cérébral que nous avions noté chez eux quand ils dormaient jusqu'à minuit. 2° L'individu continuant à veiller, il s'établit une période d'alternatives de renforcement et d'affaiblissement, jusqu'à ce que cet affaiblissement soit au maximum à 6^h du matin. A 7^h, les individus ne peuvent résister au sommeil. 3° On

n'observe pas chez les individus qui dorment dans le jour, de 6^h à 11^h du matin, les trois phases que nous avons décrites dans le sommeil normal de la nuit. Au contraire, il y a toujours une diminution considérable de la tension du pouls, que nous n'avons jamais vue pendant la veille et le sommeil normal. 4° Au moment du réveil, vers 11^h du matin, on n'a pas noté la période spasmodique du pouls que nous avions observée au moment du réveil qui suit le sommeil normal.

» De ces variations du pouls du cerveau observées pendant le sommeil normal et interverti au point de vue des heures, nous avons conclu que : 1° le sommeil normal n'est pas accompagné pendant toute sa durée de la même modification de la circulation cérébrale, mais on y observe des variations distinctes en trois phases; 2° le sommeil interverti s'accompagne d'une diminution notable de la tension du pouls cérébral; 3° pendant la veille intervertie, si l'individu continue à lutter contre le sommeil, la tension du pouls tend à diminuer de plus en plus.

» En ajoutant à ces faits les variations simultanées du cœur, du pouls et les variations pléthysmographiques de l'avant-bras ou du pied, dont nous parlerons ultérieurement, nous pouvons établir la théorie biologique expérimentale du sommeil normal. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les canaux sécréteurs et sur l'appareil aquifère des* Calophyllum. Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Duchartre.

« A propos de ma récente Note sur l'appareil aquifère des *Calophyllum* (¹), M. Trécul (²) rappelle qu'il a décrit les trachéides spiralées du *C. Calaba*, il y a vingt ans. Tout en regrettant de n'avoir conservé aucun souvenir de ce paragraphe d'une Note déjà ancienne, je me félicite de me trouver si complètement d'accord avec M. Trécul quant à l'organisation anatomique de l'appareil en question. Mais, tandis que M. Trécul considère cet ensemble de trachéides comme un *organe d'élaboration du latex*, je le regarde comme un réservoir d'eau.

» A cette occasion, M. Trécul a émis de nouveau, après un long silence, sa théorie de la circulation du latex. Je ne puis exposer ici les discussions que cette théorie a soulevées; je me bornerai à dire que je ne sache pas

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1203.
(²) *Ibid.*, t. CIV, p. 27.

que les botanistes l'aient adoptée et que, si le problème de la physiologie des laticifères n'est pas encore résolu, on a cependant renoncé à en chercher la solution dans la voie indiquée par ce savant. M. Trécul réunit en outre, sous le nom de *latex*, le contenu des laticifères et le produit des canaux sécréteurs, et semble leur attribuer *a priori* le même rôle physiologique.

» En disant, dans ma précédente Note, que les trachéides dont il s'agit sont *évidemment* destinées à emmagasiner de l'eau, je m'adressais à ceux qui ont suivi les travaux récents d'anatomie physiologique.

» Tous les auteurs qui, après moi, ont étudié les réservoirs vasiformes (¹) pensent, comme moi, que ces organes sont des réservoirs d'eau; il m'était donc permis de me servir d'une expression un peu brève pour le cas particulier des *Calophyllum*.

» Je vais répondre aux objections que M. Trécul élève contre l'interprétation physiologique que j'ai adoptée.

» Ces objections peuvent se résumer de la manière suivante :

» 1° Je ne tiens pas compte du rapprochement entre l'appareil trachéen et le canal sécréteur.

» 2° Le liquide contenu dans les trachéides n'est pas de l'*eau proprement dite*.

» 3° Comment une trachéide de deux centièmes de millimètre de diamètre peut-elle être un réservoir d'eau?

» 1. Je persiste à refuser toute signification physiologique au rapprochement des appareils aquifères des *Calophyllum* et des canaux sécréteurs. Pourquoi les *Calophyllum* seuls, dans la famille des Guttifères, auraient-ils le privilège d'une circulation du liquide sécrété ? Il n'y a en effet rien de semblable chez les autres plantes de la famille : chez les *Symphonia*, les canaux sont situés au-dessus des faisceaux; ils en sont indépendants et forment un angle aigu avec les nervures secondaires chez la plupart des Guttifères; enfin, chez les *Mammea* et chez certains *Garcinia*, ils sont remplacés par des poches sécrétrices closes et pour lesquelles il ne saurait être question d'aucune espèce de circulation. La forme de l'organe sécréteur me paraît dépendre, au moins en partie, de l'époque relative à laquelle il s'est développé; sa position est d'ordre morphologique *et peut être influencée* par des raisons mécaniques.

(¹) MM. Scheit, Volkens, Heinricher. Voir surtout le travail de ce dernier auteur dans *Bot. Centralbl.*, t. XXIII, p. 27; 1885.

» Elle peut donc trouver sa raison d'être chez les *Calophyllum,* dans la nervation particulière de ces plantes.

» 2. L'écoulement de l'émulsion dans les trachéides de l'appareil aquifère est un phénomène que je considère comme accidentel et qui n'est peut-être qu'une conséquence du rôle de réservoir de ces trachéides. Les trachéides, comme les vaisseaux du bois, les uns et les autres limités par des parois rigides et perméables à l'eau, fonctionnent comme réservoir en se vidant périodiquement; l'eau qu'ils renferment, étant enlevée par les cellules vivantes douées d'un pouvoir osmotique considérable, est remplacée par de l'air à une très faible pression ou même par de la vapeur d'eau, comme le prétend M. Scheit et comme MM. Kny et Zimmermann l'ont démontré pour les réservoirs vasiformes spiralés des *Nepenthes* (1). Dès lors le contenu d'un laticifère ou d'un canal sécréteur, en supposant ce dernier immédiatement contigu, après destruction ou refoulement des cellules sécrétrices, doit pénétrer facilement dans ces espaces vides, soit par filtration, soit à travers les solutions de continuité accidentelles dont l'existence n'est pas prouvée dans le cas qui nous occupe.

» Il importe peu que le liquide contenu dans les trachéides soit de l'eau pure ou non ; il est même possible que quelques substances dissoutes, provenant des canaux sécréteurs, soient ainsi mises à la disposition des cellules vivantes; mais cela n'empêche pas plus les trachéides d'être des réservoirs que le sucre de la sève ascendante de l'Érable à sucre n'empêche les vaisseaux d'être des organes conducteurs.

» Je ne comprends pas bien ce que M. Trécul entend par *élaboration du latex*. Si le liquide extravasé dans les trachéides n'est pas identique avec celui des canaux sécréteurs, je crois que cela tient à ce qu'il a subi les mêmes modifications qu'il aurait également subies dans un vase inerte quelconque (coagulation, oxydation, résinification, etc.); mais, si M. Trécul croit à une action des trachéides sur leur contenu, je ferai remarquer que les trachéides sont des cellules mortes, incapables de tout rôle autre que purement physique, et qu'elles ne méritent dans aucun cas le nom d'*organes d'élaboration* que leur donne ce savant.

» 3. Chez la plupart des *Calophyllum,* les trachéides de l'appareil aquifère ont environ $\frac{2}{100}$ de millimètre de diamètre ; elles mesurent jusqu'à $\frac{4}{100}$ chez le *C. Burmanni* et même davantage chez le *C. microphyllum.*

(1) *Die Bedeutung der Spiralzellen von Nepenthes* (*Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, t. III, p. 123).

M. Trécul croit qu'un appareil de si petites dimensions ne peut pas servir de réservoir, mais il oublie que ces cellules sont très nombreuses et constituent par leur réunion des bandes de tissu intercalées entre les nervures secondaires. J'ai montré du reste que même une très petite réserve peut avoir son utilité [1]. La section de tous les vaisseaux du faisceau de la nervure secondaire n'est qu'une faible fraction de celle de l'appareil aquifère; le canal que l'eau parcourt dans le système vasculaire s'élargit donc très considérablement à son extrémité et cette extrémité n'est pas autre chose que notre appareil aquifère.

» Un calcul très simple m'a montré que, chez le *C. microphyllum*, espèce que l'ensemble des caractères anatomiques désigne comme l'une des plus xérophiles du genre, la réserve d'eau contenue dans les appareils aquifères peut être évaluée à environ 1^{mgr} par centimètre carré de la surface de la feuille, proportion très forte quand il s'agit d'une feuille aussi bien protégée contre la transpiration. Ailleurs cette réserve est moindre et il convient de relever précisément ce fait, que l'appareil aquifère est plus développé chez les espèces xérophiles que chez celles qui sont plus imparfaitement armées contre la transpiration. La même remarque s'applique aux réservoirs vasiformes ordinaires, dont cependant le volume est rarement supérieur à celui de l'appareil aquifère des *Calophyllum*. »

MINÉRALOGIE. — *Sur certains phénomènes de corrosion linéaire de la calcite de Couzon (Rhône)*. Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« On connaît les associations de quartz hyalin et de calcite que renferment les géodes siliceuses du bajocien inférieur du Mont-Dore lyonnais, dont les couches fournissent, en moellons, un calcaire jaune désigné à Lyon sous le nom de *pierre de Couzon*. Bournon a étudié la calcite de ce gisement, et, dans l'Atlas de son *Traité de la chaux carbonatée*, a figuré un bon nombre de cristaux provenant des vastes carrières de cette localité.

» Parmi les variétés qu'ils présentent, il faut citer surtout celles que réalise le rhomboèdre e^1 en se combinant à diverses autres formes, telles que le rhomboèdre p, le rhomboèdre $e^{\frac{9}{5}}$ (dilaté d'Haüy), le métastatique d^2, le prisme e^2, etc. La forme dominante est e^1 (inverse d'Haüy) avec la bi-

(1) *L'épiderme considéré comme réservoir d'eau* (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 762).

selure conduisant à d^2; les autres formes ont une importance beaucoup moindre et sont, le plus souvent, très peu développées.

» Bien que les géodes soient assez communes dans le calcaire de Couzon, les cristaux de calcite, et surtout ceux appartenant aux combinaisons de formes ci-dessus, y sont moins abondants qu'on pourrait l'espérer, et, comme l'a remarqué Bournon, les cristaux de quartz y sont prédominants.

» Ayant reçu de M. Victor Febvre, mécanicien à Lyon, de beaux groupes de rhomboèdres inverses de calcite provenant de la partie des carrières de Couzon qui confine au dépôt de mendicité d'Albigny, j'ai fait sur ces cristaux, qui n'ont guère moins de $0^m,045$ de longueur d'axe principal, les observations suivantes :

» Les faces portent un système de lignes de corrosion, plus ou moins espacées, mais parallèles entre elles; j'en ai compté jusqu'à dix sur un seul cristal. Ces lignes semblent avoir été tracées par une scie fine, et offrent des sillons nets d'à peine $\frac{1}{3}$ à $\frac{1}{4}$ de millimètre de largeur sur $\frac{1}{2}$ millimètre environ de profondeur ; elles sont rubéfiées par un peu d'oxyde de fer; d'autres fois, les bords de ces sillons ont été eux-mêmes élargis et striés par une corrosion ultérieure.

» La direction des plans menés par deux lignes de corrosion partant d'un même point, pris sur une des arêtes culminantes du rhomboèdre, est constante. Ayant mesuré, sur plusieurs cristaux, les angles plans formés de chaque côté d'une même arête par les deux lignes de corrosion aboutissant au même point, j'ai trouvé qu'ils étaient voisins de 75° (de quelques minutes inférieurs à ce nombre), c'est-à-dire égaux à l'angle plan de deux arêtes culminantes de l'inverse. Le plan mené par ces deux lignes coupe donc la face opposée à l'arête considérée suivant une horizontale (l'inverse étant placé sur un angle culminant), puisque le solide détaché du rhomboèdre par ce plan est un tétraèdre dont toutes les faces sont des triangles isoscèles.

» Si l'on suppose cette construction répétée sur les trois arêtes culminantes de l'inverse, on a produit un rhomboèdre obtus; cette supposition est justifiée par ce fait que, sur certains cristaux, les faces portent deux systèmes de lignes de corrosion antiparallèles. Les lignes de corrosion dont il est ici question sont donc en rapport avec la symétrie des cristaux et peuvent, par suite, contribuer à la connaissance de leur constitution réticulaire.

» Je les avais déjà remarquées antérieurement sur d'autres cristaux de calcite provenant de Solutré (Saône-et-Loire); mais j'avais pensé qu'elles

étaient le résultat d'un phénomène tout accidentel. La netteté des lignes de corrosion présentées par les cristaux de calcite de Couzon a attiré mon attention sur ces faits de cristallogénie, non indiqués encore, au moins à ma connaissance, et que j'ai cru devoir signaler à l'Académie.

» Les mêmes rhomboèdres inverses de calcite de Couzon offrent d'ailleurs d'autres phénomènes bien connus de corrosion naturelle. C'est ainsi que, sur la plupart d'entre eux, on voit, à l'œil nu, des figures creuses triangulaires, isoscèles, curvilignes, juxtaposées ou se recouvrant, et symétriquement ordonnées relativement à la direction de la grande diagonale des rhombes; à la loupe, on reconnaît que le plan de ces figures, dont la base est parallèle à la petite diagonale, et dont la pointe est toujours dirigée du côté de l'angle culminant de la partie du cristal où elles se sont produites, fait avec le plan de la face un angle très obtus, la corrosion semblant avoir pour effet de produire un rhomboèdre d'angle moins aigu que n'est l'inverse.

» Outre ces lignes et figures de corrosion, on observe encore sur ces cristaux un arrondissement des arêtes culminantes et des angles latéraux, dû aux mêmes effets. Cependant, la corrosion linéaire, qui fait plus spécialement l'objet de cette Note, existe également sur des cristaux où l'on ne peut voir de figure triangulaire creuse ou d'arêtes arrondies, et dont les faces sont nettes et réfléchissantes; les lignes sont alors très fines, ce qui justifie la supposition de l'élargissement des sillons et du striage de leurs bords par des effets corrosifs ultérieurs.

» Enfin, j'ai encore remarqué sur les biselures du métastatique des corrosions irrégulières, sans direction déterminée, et qu'on peut assimiler à des espèces de vermiculures. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'époque du creusement des vallées submergées du golfe de Gênes*. Note de M. **A. Issel**, présentée par M. Hébert.

« J'ai établi, dans une Note précédente ([1]), l'existence dans le golfe de Gênes de vallées submergées (en continuation avec les vallées actuelles de la Ligurie occidentale) dont la connaissance est due aux recherches hydrographiques, très exactes et très détaillées, exécutées par une Commission d'officiers de la Marine italienne, sous la direction du capitaine de

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 250.

vaisseau Magnaghi. J'ai ajouté que cette configuration du fond de la mer ne pouvait être produite que par un affaissement de la côte.

» Cette explication fait naître tout naturellement un problème difficile à résoudre. A quelle époque se sont produits le creusement et l'affaissement successifs des vallées aujourd'hui submergées? Afin de répondre à cette question, je procéderai d'abord par élimination.

» Les phénomènes dont il s'agit ne pourraient remonter aux temps antérieurs au miocène, car les contournements et les redressements que l'on observe dans les formations de l'étage ligurien des Apennins prouvent que les changements survenus depuis lors dans la configuration du pays n'ont rien laissé subsister de l'ancien régime orographique et hydrographique; souvent les fonds des plis synclinaux des couches de l'éocène supérieur sont devenus les cimes des montagnes actuelles, et les faîtes des anticlinaux, tronqués par l'érosion, correspondent aux parties les plus déprimées de la contrée. La même raison nous oblige à exclure le tongrien, dont les couches d'eaux douce et marines alternantes s'élèvent jusqu'à 732^m d'altitude au nord-est de Savone. Le creusement des vallées ne pourrait pas s'être produit non plus depuis l'aquitanien jusqu'au tortonien, parce que les terres qui entourent le golfe de Gênes ont été toujours plus ou moins immergées pendant la durée de cette longue succession de temps. Comme les formations de l'astien accusent aussi (à l'exception de quelques couches peu importantes de la série supérieure) un régime franchement marin, nous sommes conduits par nécessité à attribuer la formation des vallées au messinien ou au quaternaire, c'est-à-dire aux époques qui ont été caractérisées, dans le pays qui nous occupe, par une émersion considérable. Mais, si l'on trouve sur les côtes de la Ligurie des preuves nombreuses d'un mouvement ascensionnel subi par la contrée depuis le pliocène inférieur, on n'y aperçoit point de trace d'un affaissement énorme postérieur à cette période, qui aurait fait descendre les anciennes vallées à plus de 900^m de profondeur.

» Les dépôts littoraux de l'astien supérieur et du quaternaire le plus ancien sont des plages émergées dont l'existence est incompatible avec l'hypothèse d'un affaissement postérieur. Enfin, on trouve des restes de mammifères appartenant au quaternaire ancien dans des grottes littorales creusées évidemment par la mer (dans celles de Verezzi et de Galusso par exemple); or cela serait impossible si un affaissement considérable avait eu lieu après le pliocène.

» C'est bien au messinien par conséquent que doit être attribuée la for-

mation des grandes vallées du golfe de Gênes. Elles furent creusées dans une contrée montueuse, qui occupait la plus grande partie de ce golfe, et se réunissait probablement, par les îles Gorgona et Capraia, à la Corse, qui n'était point séparée de la Sardaigne. Pendant le messinien, non seulement la Ligurie, mais l'Italie tout entière, avec une grande partie du bassin de la Méditerranée, éprouvèrent un mouvement général d'ascension qui avait déjà commencé dans l'époque précédente. Les couches de marnes gypseuses de Stradella, les schistes et lignites du Tortonais, de Caniparola et de Sarzanello accusent l'existence d'anciennes terres émergées traversées par des cours d'eau importants. Ces terres, avec leurs collines et leurs vallées, furent envahies par la Méditerranée à la fin du messinien et, pendant l'astien, le régime maritime régna sans contraste jusqu'à l'âge des poudingues supérieurs de l'astien.

» L'affaissement qui fit disparaître le pays messinien fut au moins de 1250^{m}, car sa mesure est donnée par la somme des chiffres qui expriment la profondeur maximum des vallées sous-marines et l'altitude des couches du pliocène marin sur la côte voisine. Nous avons vu que le prolongement de la vallée de la Roia descend à plus de 900^{m} de profondeur; or l'astien de Castel d'Appio, sur le même torrent, atteint à peu près 350^{m} d'altitude.

» On pourrait se demander pourquoi les vallées sous-marines ne furent point comblées par les sédiments du pliocène. Peut-être la rapidité du mouvement ne laissa pas le temps aux dépôts de se former, d'autant plus que le fond de ces vallées descendit à une profondeur à laquelle la sédimentation est très lente.

» Les estuaires pliocènes de la Roia, de la Nervia, de la Neva, de l'Argentina et de plusieurs autres torrents, d'ailleurs, ont été remplis en grande partie par des dépôts argileux et sableux, dont il ne reste aujourd'hui que quelques lambeaux isolés épargnés par l'érosion.

» Ce qui précède est une confirmation évidente des observations que faisait ici même M. Hébert (¹).

» Je considère, écrivait-il, comme extrêmement probable, sinon comme démontré, qu'une partie notable de la Méditerranée a dû être émergée à l'époque de l'*Hipparion*.

» La mer pliocène a recouvert les dépôts du miocène supérieur, mais seulement dans le voisinage de la Méditerranée actuelle, laissant à sec le bassin du Danube; ses dépôts, qu'il est facile de suivre sur tout le pourtour, sont essentiellement marins.

(¹) *Observations sur l'état de la Méditerranée à la fin de l'époque tertiaire* (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1117; 1881).

Or, en Italie comme en France, les sédiments marins sont recouverts par une nouvelle nappe de conglomérats à galets roulés, où abondent les Mastodontes et l'*Elephas meridionalis*. C'est une faune terrestre non moins remarquable que la précédente et dont le développement, comme l'extinction, semble être dû à des phénomènes analogues à ceux de la période miocène. Ici encore, il n'est point illogique de supposer qu'une partie plus ou moins étendue de la Méditerranée ait pu être émergée à la fin de la période pliocène. »

» Il est difficile de s'expliquer pourquoi les fonds de la partie orientale du golfe de Gênes n'offrent point de dépressions correspondantes aux cours d'eau qui y aboutissent. Il ne faut pas chercher la raison de cette différence dans la constitution géologique et lithologique du littoral, qui est exactement la même depuis la Polcevera jusqu'au Petronia et change fort peu du Petronia au Monte Biassa, près de la Spezia.

» Il est vrai que les cours d'eau de la Ligurie orientale, excepté la Magra qui coule à son extrême limite, sont très peu importants. D'autre part, la Magra verse dans le golfe des eaux abondantes et limoneuses, dont les apports, entraînés par le courant littoral de l'est à l'ouest, ont probablement comblé bien vite les vallées sous-marines, si toutefois elles existaient. A cause de la direction du courant littoral, les apports du Var ne pourraient pas avoir produit le même résultat par rapport aux dépressions de la Roia et de la Nervia. La Ligurie enfin a subi, sans doute, à la fin de l'ère tertiaire et même après, des oscillations bien plus fortes à l'occident qu'à l'orient; en effet, ses montagnes sont de ce côté moins élevées et les seules formations post-éocènes qui s'y observent (sans compter le quaternaire) sont les assises messiniennes de Caniparola et Sarzanello dont l'altitude ne dépasse point 200^{m}. Les couches du pliocène marin, là où elles paraissent (dans la Ligurie orientale) ne sont élevées que de quelques mètres sur la mer. »

M. **Ch. Brame** adresse un Mémoire « Sur les lois qui président à la formation des cyclides et des encyclides cytogéniques ».

M. **Edmond Dreyfus** adresse une Note sur la constitution du chlorure de chaux.

M. **Haro** adresse une Note « Sur un nouveau jet d'eau artificiel ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. A. V.

ERRATA.

(Séance du 24 janvier 1887.)

Page 232, ligne 21, *au lieu de* la vapeur d'un des foyers, *lisez* la vapeur d'eau du foyer.

Page 234, ligne 24, *au lieu de* $f < \upsilon$, *lisez* $\rho < \upsilon$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 FÉVRIER 1887.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Poincaré*, en remplacement de feu M. *Laguerre*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Poincaré** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mouvements de l'aile de l'oiseau représentés suivant les trois dimensions de l'espace.* Note de M. **Marey**.

« Dans une Note récente ([1]), j'ai montré qu'une seule série d'images chronophotographiques recueillies en projection sur un plan vertical pa-

([1]) Séance du 24 janvier 1887.

rallèle à l'axe du vol ne donnait pas des renseignements suffisants pour expliquer le mécanisme de l'aile de l'oiseau. Mais ces images expliquent fort bien les réactions des coups d'aile, c'est-à-dire les mouvements imprimés à la masse du corps. En effet, si l'on admet que les mouvements des deux ailes soient symétriques, ils ne peuvent que déplacer le corps de l'oiseau dans un plan vertical, en produisant les changements de vitesse, de hauteur et d'inclinaison du corps dont nous avons donné la mesure. Quant aux mouvements des ailes, ils se font suivant les trois dimensions de l'espace; j'ai dû, pour les déterminer, recourir à trois séries d'images projetées sur trois plans différents.

» Cherchons d'abord à préciser les conditions idéales de cette expérience.

» L'oiseau volant en pleine lumière, il faut braquer sur lui trois appareils chronophotographiques bien réglés, de manière à donner dans le même temps un même nombre d'images. Bien plus, il faut que le synchronisme soit établi entre les appareils, de sorte que, dans tous les trois, les images se forment au même instant.

» Il faut enfin que les trois champs obscurs soient disposés de telle façon que l'oiseau, vu simultanément de chacun des trois appareils, se projette sur chacun de ces trois champs. Un dispositif électromagnétique ouvrirait et fermerait simultanément les trois chambres photographiques.

» Ainsi, outre l'appareil unique avec son champ obscur qui a servi aux expériences précédemment décrites, il en faudrait deux autres avec leurs champs respectifs.

» Un des nouveaux appareils serait suspendu à 12^m ou 15^m de hauteur pour prendre les images de l'oiseau vu d'en haut, tandis que le champ obscur correspondant à cet appareil serait formé par une tranchée profonde creusée dans le sol et noircie intérieurement, de telle sorte qu'elle ne pût recevoir ni émettre aucune lumière.

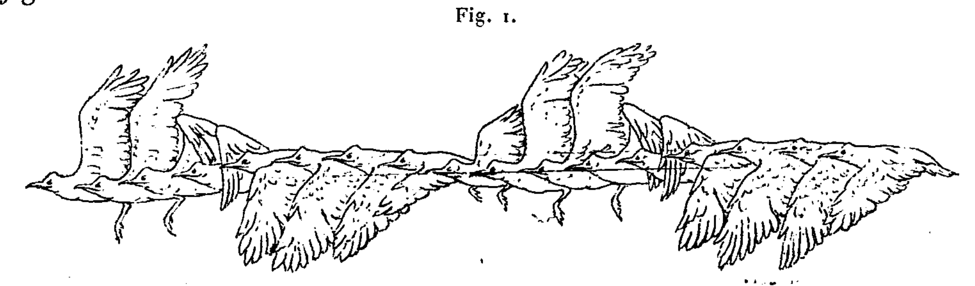
» Le troisième appareil chronophotographique serait braqué en avant de l'oiseau et sur le prolongement de l'axe du vol; il occuperait donc l'une des extrémités de la tranchée, tandis qu'à l'autre extrémité un hangar profond et noirci intérieurement constituerait le troisième champ obscur. Ce hangar serait donc orienté à angle droit avec celui qui a servi aux précédentes expériences.

» Mais, comme les frais considérables qu'exigerait une telle installation excèdent les ressources dont je dispose, j'ai dû opérer dans des conditions plus simples, mais nécessairement imparfaites. Voici ce que j'ai fait.

» Ne possédant pour le moment qu'un seul appareil chronophotographique, j'ai procédé par expériences successives.

» On prit d'abord une série d'images de l'oiseau vu dans le sens transversal, c'est-à-dire dans les conditions déjà connues, et cela donna la *fig.* 1.

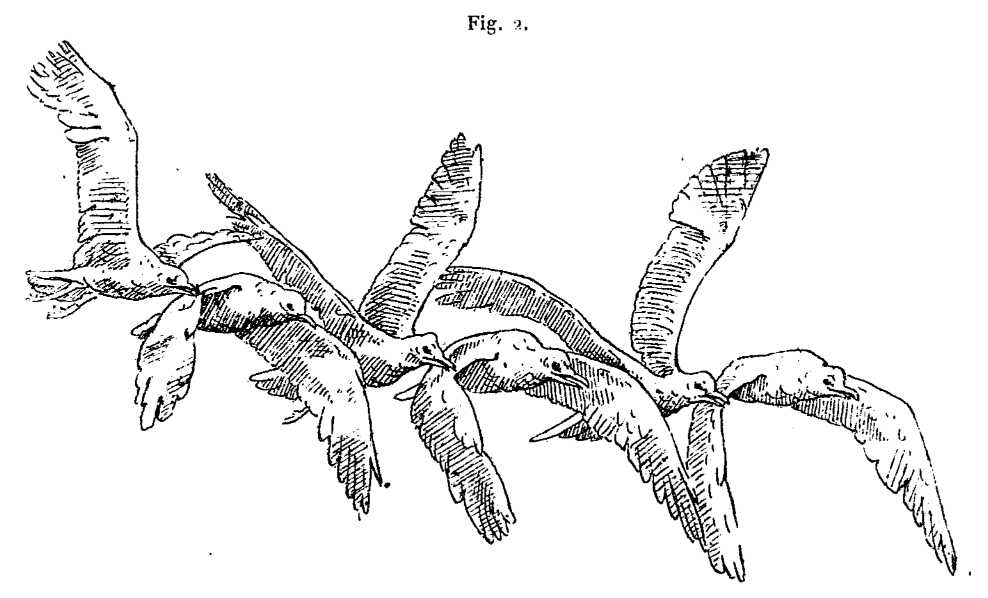
Fig. 1.



Vol du goéland projeté sur un plan vertical parallèle à l'axe du vol. Cinquante images par seconde; durée de la pose, $\frac{1}{2000}$ de seconde.

» On prit ensuite l'oiseau et on le porta au fond du hangar obscur, d'où on le laissa s'envoler. Dès que le goéland émergea dans la lumière, on en prit une série d'images dans lesquelles l'oiseau était vu par devant. Et

Fig. 2.



Goéland volant obliquement dans la direction de l'observateur. Dix images par seconde; pose, $\frac{1}{2000}$ de seconde.

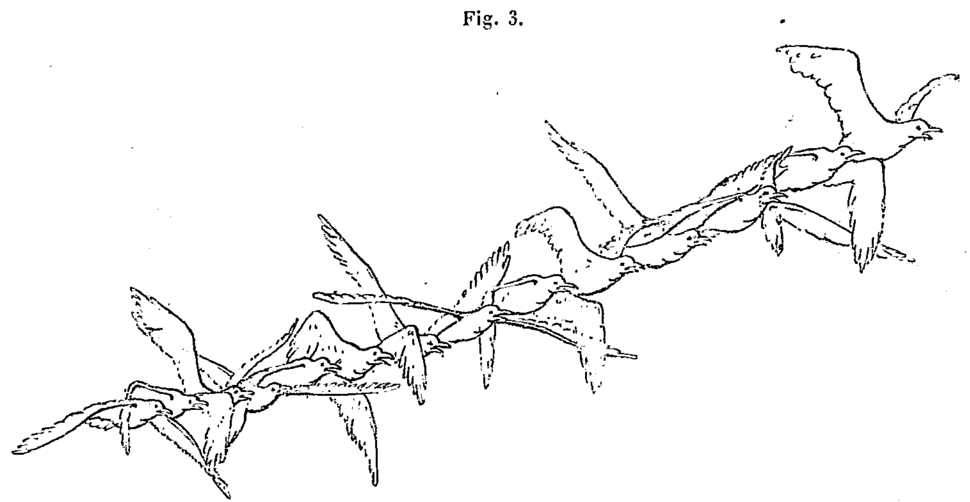
comme le goéland, suivant son caprice, volait plus ou moins directement dans la direction de l'appareil photographique, on obtint des séries d'images

prises sous des incidences variées et dont la comparaison est fort utile pour la détermination des mouvements de l'aile.

» Si les photographies sont prises quand l'oiseau vole directement du côté de l'appareil photographique, on risque beaucoup de voir les images se confondre par superposition, à moins qu'elles ne soient prises en petit nombre; aussi la direction oblique du vol est-elle préférable.

» L'expérience représentée *fig.* 3 donne des images assez nombreuses sur lesquelles on a figuré, en lignes ponctuées, les contours que la superposition tendrait à rendre invisibles ([1]).

Fig. 3.



Goéland volant obliquement dans la direction de l'appareil, vingt images par seconde.

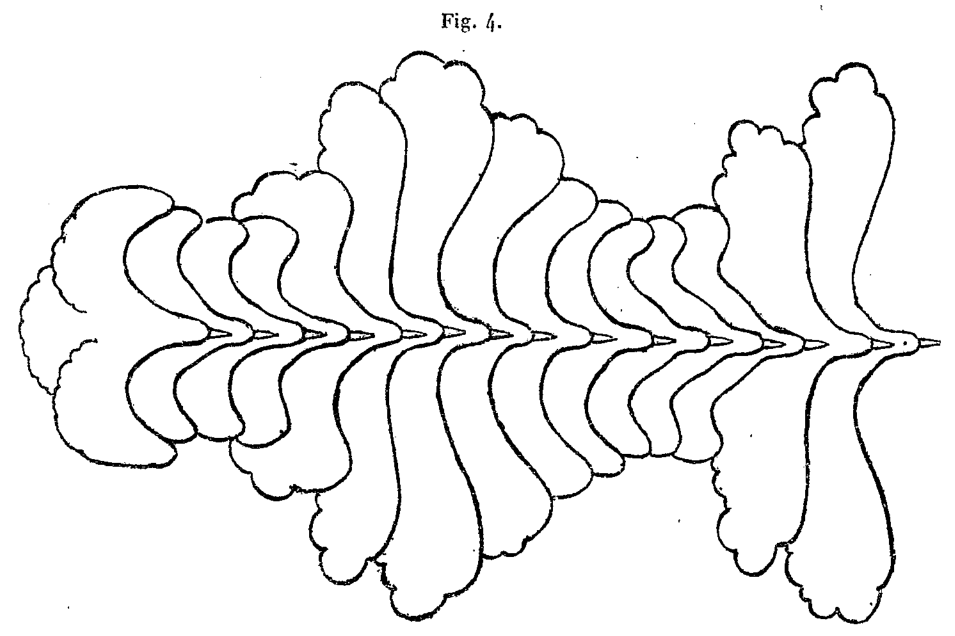
» Restait à réaliser la troisième expérience, qui consiste à établir l'appareil chronophotographique en un lieu élevé situé verticalement au-dessus de l'oiseau pendant que celui-ci volerait sur un champ obscur.

» Quatre hautes poutres de sapin profondément fichées en terre et solidement assemblées entre elles me donnèrent une charpente pyramidale de 14^m de hauteur, praticable intérieurement au moyen d'échelles. Puis, sur d'autres poutres obliques, j'établis un plancher horizontalement suspendu à 12^m au-dessus du sol; on y installa l'appareil photographique avec l'objectif tourné en bas.

([1]) Les figures chronophotographiques ont une sorte de transparence qui permet d'apprécier les contours complets de deux images superposées; cela tient à ce que les points où la superposition s'est produite ont reçu deux fois plus de lumière que les autres : les images y présentent donc une intensité plus grande.

» Enfin, pour former en dessous un fond obscur, j'étendis sur le sol une bande de velours noir de 11^m de long et de $2^m,5$ de large, sur laquelle des écrans opaques projetaient leurs ombres. J'obtins ainsi un champ obscur, bien imparfait sans doute, mais à peu près suffisant pour donner des images lisibles.

Fig. 4.



Déplacements de l'aile du goéland projetés sur un plan horizontal. Cinquante images par seconde; durée de pose, $\frac{1}{2000}$ de seconde. (J'ai simplement décalqué le contour apparent de l'aile et les positions de la tête de l'oiseau; les autres détails eussent été inintelligibles dans un dessin au trait.)

» Pour tirer de ces trois séries de figures les renseignements qu'elles renferment relativement aux mouvements de l'aile, il faut, sur chacune d'elles, noter les instants synchrones pour que l'œil puisse suivre aisément et comparer entre eux les différents aspects que l'aile présente à chacune des phases de sa révolution, suivant qu'elle est vue d'en haut, de côté ou par devant. C'est ce qui a été fait dans la *fig*. 5, où un Tableau d'ensemble facilite cette comparaison.

» Dans ce Tableau, la série A montre les aspects successifs des ailes d'un goéland vu d'en haut. Ces images sont celles qui, dans la *fig*. 4, se superposaient entre elles; en les reproduisant ici, on les a séparées les unes des autres de manière que chacune montre le contour complet de l'oiseau. Il a fallu pour cela exagérer le chemin parcouru par l'oiseau à chaque cin-

quantième de seconde et le rendre environ six fois plus grand qu'il n'est réellement.

» Mais, en augmentant ces distances, on en a conservé les rapports, de sorte qu'on apprécie fort bien, dans la série A, les variations de la vitesse de l'oiseau aux différentes phases de la révolution de ses ailes.

Fig. 5.

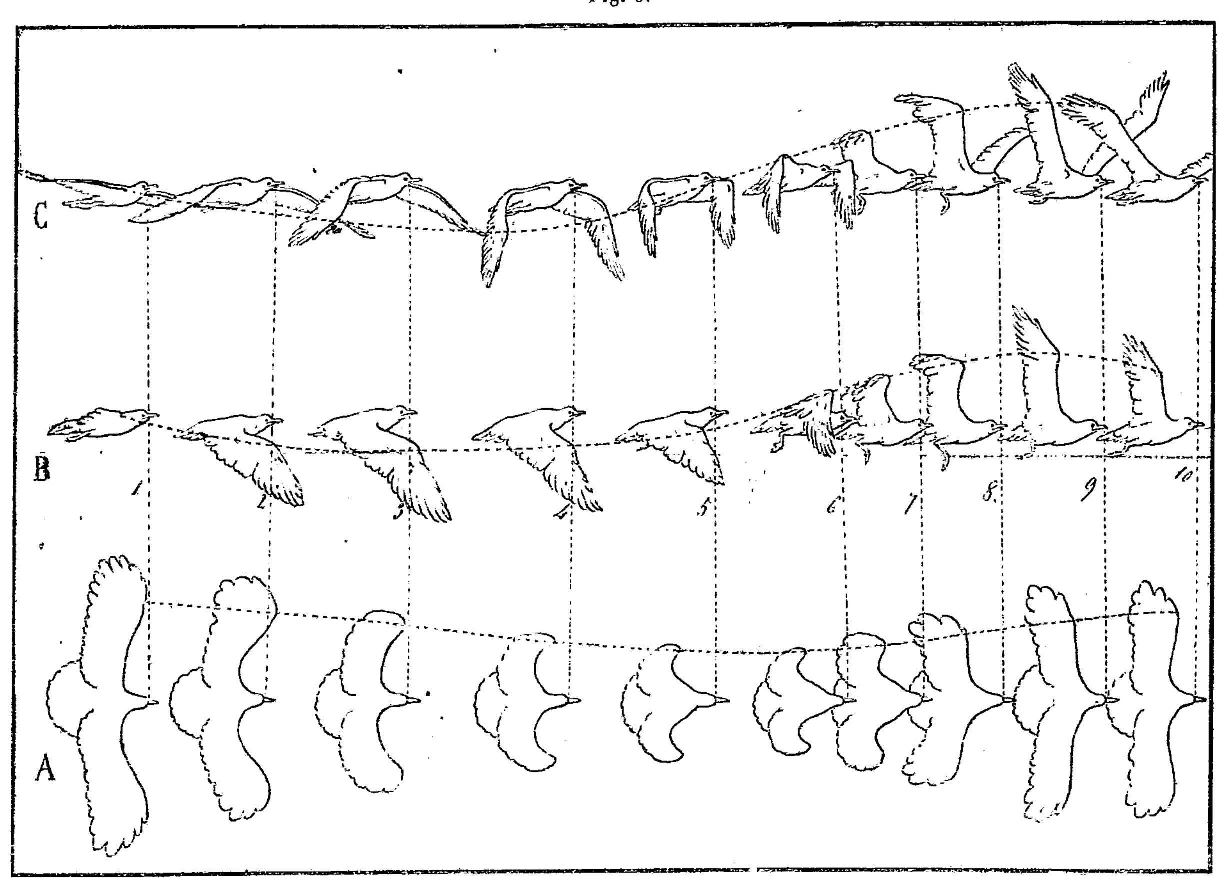


Tableau synoptique des projections de l'aile sur trois plans différents à dix instants successifs d'une révolution.

» Des lignes ponctuées réunissent les images correspondantes des séries A, B et C, de manière à guider l'œil dans la comparaison des aspects que l'aile présente, quand on la voit, à un même instant, sous trois incidences différentes.

» Le Tableau synoptique n'a pas besoin d'être longuement commenté; il contient tous les éléments nécessaires pour la détermination des mouve-

ments successifs de l'aile. Chacune des trois séries porte dix images prises à des intervalles de temps égaux et représentant, dans leur ensemble, une révolution complète de l'aile. On a choisi arbitrairement pour début de la révolution l'instant où l'oiseau, vu d'en haut, présente la plus large envergure (1); il se trouve qu'à ce premier instant l'aile est à peu près au milieu de sa phase d'abaissement et horizontalement étendue (série B); à ce moment, le mouvement est si rapide que la résistance de l'air soulève la pointe des rémiges (série C).

» Dans les images suivantes, l'abaissement de l'aile se continue et le carpe se porte de plus en plus en avant, jusqu'au moment où la remontée commence (*image* 4); le carpe se fléchit alors et les rémiges pendent verticalement. La flexion du coude qui s'opère en même temps diminue encore l'envergure de l'oiseau, de sorte que les ailes se serrent contre le corps pendant les premiers temps de leur remontée jusqu'à la sixième image. A partir de cet instant, le déploiement de l'aile commence; le carpe et le coude s'étendent à la fois, par le mécanisme admirable si bien décrit par Borelli. A la neuvième image, l'aile est complètement déployée, et la phase d'abaissement recommence.

» Comme l'insuffisance de notre installation ne nous a pas permis de recueillir simultanément les trois sortes de chronophotographies, on ne doit pas s'attendre à rencontrer une parfaite concordance entre les trois images qui portent le même numéro d'ordre. Toutefois, l'imperfection doit être assez légère; car, si l'on réunit par des lignes ponctuées les positions successives de l'articulation radio-carpienne, la courbe résultante présente, dans les trois séries, des inflexions assez régulières.

» Dans la série A, la projection des mouvements du carpe sur un plan horizontal présente, par rapport à l'axe du vol, son excentricité maximum dans l'*image* 1, c'est-à-dire au milieu de l'abaissement de l'aile; tandis que le minimum d'excentricité de cette courbe correspond au commencement de la remontée de l'aile, c'est-à-dire aux *images* 5 et 6.

» Dans les séries B et C, la courbe des déplacements du carpe projetée sur un plan vertical oscille autour de l'axe du vol qu'elle coupe deux fois

---

(1) La série A ne donne vraisemblablement pas la mesure exacte de l'envergure de l'oiseau. En effet, l'aile du goéland se termine dans la plupart des images par des contours arrondis qui appartiennent à des plumes tectrices et non aux rémiges dont la pointe est effilée. Mais l'oiseau qui a servi dans cette expérience avait les rémiges d'une couleur un peu foncée; ces pennes n'ont pas donné leur image sur le fond imparfaitement obscur dont j'ai dû me contenter.

pendant la révolution de l'aile. Ces intersections coïncident avec les maxima et les minima d'excentricités de la courbe projetée sur un plan horizontal.

» La combinaison de ces trajectoires projetées sur trois plans perpendiculaires entre eux permet d'établir les déplacements successifs du carpe suivant les trois dimensions de l'espace. La courbe résultante ne peut être exprimée d'une manière continue que par les inflexions d'une tige solide. On est donc conduit à employer le procédé qui a servi autrefois au professeur Carlet quand il a représenté, au moyen de fils de métal tordus en sens divers, les trajectoires du pubis et des grands trochanters d'un homme qui marche. ..

» La même nécessité s'imposerait, du reste, pour tous les points de l'aile de l'oiseau dont on voudrait déterminer la trajectoire dans l'espace; il s'ensuit que l'expression complète des mouvements du vol ne peut être donnée que par une figure solide.

» J'essaye en ce moment de modeler une série de maquettes d'oiseaux présentant les dix attitudes successives du *Tableau* 5; puis, j'ajusterai entre elles ces figurines, de façon qu'elles s'entre-pénètrent pour occuper les positions relatives qu'elles doivent prendre à des intervalles de temps de $\frac{1}{50}$ de seconde. De cette façon, j'espère obtenir la représentation parfaite des mouvements de l'aile et, en général, toutes les notions relatives à la cinématique du vol. »

CHIMIE. — *Sur la fluorescence rouge de l'alumine.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Ainsi que j'ai eu l'honneur de l'annoncer à l'Académie (*Comptes rendus,* 6 décembre 1886, p. 1107), de l'alumine qui, seule, ne donnait aucune fluorescence rouge, a produit ce phénomène après addition d'un peu d'oxyde de chrome. Cette alumine [1], ayant été chauffée au rouge vif, ne pouvait pas être hydratée.

» M. Becquerel a bien voulu examiner mon alumine au phosphoroscope, et il a trouvé qu'elle donnait du rouge après une beaucoup plus

---

[1] L'alumine en question n'avait pas subi de purification particulièrement soignée; je m'étais sans doute peu clairement expliqué dans ma Lettre à M. Becquerel, puisque le savant physicien avait compris que je considérais cette alumine comme très pure.

forte calcination. Par une très énergique calcination préalable de la même alumine, j'ai obtenu de mon côté la fluorescence rouge dans le vide sous l'action de l'effluve électrique.

» D'après cela, il semblerait que l'alumine fût réellement la cause de la fluorescence rouge et qu'elle suffît à la produire après calcination convenable, sans adjonction de substances étrangères. Cependant, comme le chrome paraît jouer un rôle tout à fait analogue à celui des autres matières actives déjà étudiées ($Z\alpha$, $Z\beta$, Sm, Bi et Mn), j'ai pensé qu'il serait intéressant d'établir de nouvelles expériences, non certes dans le but de vérifier l'exactitude des faits découverts par l'illustre maître à qui nous devons une si grande part de nos connaissances sur la fluorescence, mais bien dans l'espoir de contribuer à trouver l'explication de phénomènes vraiment fort singuliers.

» Je demande à l'Académie la permission de résumer brièvement ici mes observations.

» Ont été examinés :

» 1° Alumine modérément calcinée + Cr^2O^3 ;
» 2° Alumine modérément calcinée + MnO ;
» 3° Alumine très fortement calcinée + MnO ;
» 4° Magnésie modérément calcinée + Cr^2O^3 ;
» 5° Magnésie très fortement calcinée + Cr^2O^3 ;
» 6° Galline très fortement calcinée + Cr^2O^3 ;
» 7° Alumine » » + Cr^2O^3 ;
» 8° Alumine modérément calcinée + Bi^2O^3 ;
» 9° » très fortement calcinée + Bi^2O^3.

» 1° *Alumine modérément calcinée* + Cr^2O^3. — Afin de rendre les résultats comparables, j'ai adopté, pour chaque série d'expériences, un mode opératoire bien défini. Dans le cas actuel, on a fait comme suit :

» L'alumine (chromifère ou non) était attaquée par l'acide sulfurique étendu (1 goutte SH^2O^4 pour $0^{gr},01$ Al^2O^3) ; on évaporait à sec, on chassait l'acide et l'on calcinait pendant une minute et demie à une température légèrement inférieure à la fusion du cuivre rouge, mais très supérieure à celle de l'argent.

» Dans ces conditions, l'alumine seule [1] ne donne dans le vide qu'une trace de fluorescence rouge.

» Après addition de $\frac{1}{10000}$ de Cr^2O^3, la fluorescence rouge, encore modérée, a cependant très notablement gagné.

---

(1) Alumine préparée en calcinant de l'alun ammoniacal.

» Avec $\frac{1}{1000}$ de Cr^2O^3, la fluorescence rouge est déjà assez jolie; elle devient belle pour $\frac{1}{300}$ de Cr^2O^3.

» $\frac{1}{3000}$ de Cr^2O^3 donne une fluorescence d'éclat intermédiaire entre ceux des mélanges à $\frac{1}{1000}$ et à $\frac{1}{10000}$ de Cr^2O^3.

» Toutes ces fluorescences montrent au spectroscope une bande nébuleuse sur laquelle se projette la raie (C) de l'hydrogène, mais on ne voit pas la raie fine, moins réfrangible, considérée par M. Becquerel comme caractéristique de l'alumine.

» Ainsi, dans les conditions expérimentales actuelles, l'alumine ordinaire (seule) fluoresce peu ou point, et l'oxyde de chrome joue le rôle de matière active.

» 2° *Alumine modérément calcinée* + MnO. — Même alumine et même mode opératoire que ci-dessus.

» Les résultats furent d'abord irréguliers, certaines préparations fournissant une fluorescence verte magnifique, tandis que d'autres ne donnaient rien. Ces différences tenaient à la présence ou à l'absence de petites quantités d'alcali, dont il paraît falloir d'autant plus que la proportion d'oxyde de manganèse est moindre.

» J'ai finalement adopté une teneur de $\frac{6}{100}$ de K^2O dans l'alumine.

» Lorsqu'il y a $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$ ou $\frac{1}{3000}$ de MnO, la fluorescence est magnifique.

» Avec $\frac{1}{36000}$ de MnO, la fluorescence est encore d'un beau vert; elle se résout au spectroscope en une large bande plus diffuse à gauche qu'à droite, et dont le maximum d'éclat est dans le vert.

» Pour $\frac{1}{110000}$ de MnO, la fluorescence verte est très notable, quoique diminuée.

» Avec $\frac{1}{480000}$ de MnO, on n'obtient plus qu'un faible vert, mais sans trace de rouge.

» 3° *Alumine très fortement calcinée* + MnO. — Le mode opératoire ne diffère du précédent que par une calcination beaucoup plus énergique de la masse. Les résultats eux-mêmes diffèrent seulement par une augmentation considérable de la fluorescence verte. Ainsi, avec $\frac{1}{100000}$ de MnO, la fluorescence est éclatante; elle est encore visible, bien que faible, lorsque l'alumine ne contient que $\frac{1}{1750000}$ de MnO [1]; il n'y a pas trace de rouge.

---

[1] La composition du mélange est alors :

Az^2O^3	1750000
K^2O	105000
MnO	1
	1855001

» Donc, le mélange $K^2O + MnO$, matière active, loin de développer la fluorescence rouge de l'alumine, s'oppose à sa production.

» 4° *Magnésie modérément calcinée* + Cr^2O^3. — On a opéré comme il est dit au 1°, sauf que, partant du sulfate de magnésie, on n'ajoutait qu'une trace d'acide sulfurique.

» Le sulfate de magnésie seul, ainsi traité, ne donne rien ou à peine un très léger bleuâtre.

» Avec $\frac{1}{1000}$ de Cr^2O^3 (1 partie Cr^2O^3 pour 1000 MgO), on obtient un beau rouge. La fluorescence est encore notable, bien que beaucoup moins brillante, pour $\frac{1}{11183}$ de Cr^2O^3.

» Au spectroscope, on voit une bande sur laquelle se projette la raie rouge (C) de l'hydrogène, mais la raie étroite de M. Becquerel ne se montre pas.

» 5° *Magnésie très fortement calcinée* + Cr^2O^3. — Même traitement que le précédent, sauf beaucoup plus forte calcination [1].

» Seule, la magnésie n'a donné aucune fluorescence.

» Avec $\frac{1}{1000}$ de Cr^2O^3, la fluorescence rouge est notablement plus éclatante qu'après chauffage modéré du même mélange. La bande est belle, mais on ne voit pas de raie distincte.

» Avec $\frac{1}{11183}$ de Cr^2O^3, le rouge [2] est beaucoup moins intense que lorsqu'on met $\frac{1}{1000}$ de Cr^2O^3, mais il est assez notablement plus marqué qu'après calcination modérée de la même préparation à $\frac{1}{11183}$ de Cr^2O^3.

» Ici encore, le chrome se comporte comme matière active.

» 6° *Galline très fortement calcinée* + Cr^2O^3. — Pour cette série d'essais, la galline (chromifère ou non) était dissoute dans l'acide nitrique; on évaporait à sec et l'on calcinait très fortement. La galline employée n'était pas rigoureusement pure, mais, étant toujours la même, les expériences restaient comparables.

» La galline seule donne au moment de l'établissement du courant induit un joli bleu un peu violet, qui ne persiste que sur les points éloignés des électrodes. Plus près du centre, le bleu fait place à un rouge pourpre très peu lumineux.

» Avec $\frac{1}{150}$ de Cr^2O^3, on obtient un rouge magnifique avec belle bande rouge, mais pas de raie étroite distincte.

---

(1) Dans toutes les fortes calcinations, la température, réglée par la pression de la soufflerie, était très sensiblement constante.

(2) Au moment de la fermeture du courant, la fluorescence est d'un bleu pourpre qui passe rapidement au rouge.

» Même à la fermeture du courant induit et sur les points éloignés des électrodes, on ne voit aucune fluorescence bleue. En face des électrodes (aux points les plus chauffés par l'effluve), la fluorescence rouge s'assombrit bientôt, pour reprendre tout son éclat après refroidissement.

» Avec $\frac{1}{800}$ à $\frac{1}{1000}$ de Cr^2O^3, on a une belle fluorescence rouge, sans bleu appréciable au premier instant.

» Enfin, pour $\frac{1}{10000}$ de Cr^2O^3, le bleu se voit très bien au commencement, mais les parties centrales deviennent rapidement d'un rouge beaucoup plus vif que celui qui s'observe lorsqu'on n'a pas ajouté de chrome.

» Ainsi, en présence d'un excès de galline, l'oxyde de chrome joue le rôle de matière active.

» J'aurai prochainement l'honneur de soumettre à l'Académie la suite de cette étude. »

» M. **Edmond Becquerel** ajoute les remarques suivantes :

« M. Lecoq de Boisbaudran a eu l'obligeance de me remettre deux échantillons de l'alumine qu'il a préparée à l'aide du chlorure d'aluminium et dont l'un a été calciné par lui à haute température. Cet échantillon, qui ne lui avait donné, par l'excitation des décharges électriques dans un vide poussé très loin, qu'une émission de lumière verte sans trace de rouge, m'a présenté au contraire dans un phosphoroscope, sous l'action de la lumière d'un arc voltaïque, une émission de lumière phosphorescente *rouge*. Ce résultat est conforme à tous ceux que j'avais observés antérieurement avec des échantillons d'alumine aussi pure que possible.

» Ainsi que je l'avais fait déjà remarquer dans la Note que j'ai publiée dernièrement ([1]), les modes d'excitation n'étant pas les mêmes, il n'est pas étonnant que l'émission lumineuse d'une même matière soit différente. Dans un phosphoroscope, on excite directement les corps au moyen de rayons que l'on projette sur leur surface et qui sont compris entre les réfrangibilités extrêmes que peut fournir la source excitatrice; dans ces conditions, j'ai démontré ([2]) qu'il y avait deux parties actives dans le spectre solaire donnant à l'alumine et au rubis ou à l'alumine plus ou moins chromée le pouvoir de phosphorescence *rouge :* l'une prenant brusquement vers D et s'étendant presque jusqu'en F; l'autre commençant entre F et G et s'étendant jusqu'en H, celle-ci agissant moins vivement que la première.

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1224 (20 décembre 1886).
([2]) *Ibid.*, t. LXIX, p. 1001 (15 novembre 1869).

» Dans les tubes à air très raréfié, à peine si les décharges électriques sont visibles et s'il se trouve des rayons compris entre les réfrangibilités A et H; il est donc très probable que les rayons excitateurs sont en majeure partie des rayons d'une extrême réfrangibilité, c'est-à-dire d'une très petite longueur d'onde, rayons qui sont absorbés par une très faible couche gazeuse. Ces rayons excitent l'alumine autrement que les rayons moins réfrangibles et donnent peut-être par phosphorescence des rayons verts, d'une durée extrêmement petite, inférieure à celle qui est nécessaire pour que l'on ait une impression dans le phosphoroscope. C'est une hypothèse que je compte vérifier par expérience.

» Mais en dehors de toute explication pour montrer la différence des effets produits sur l'alumine par les deux modes d'expérimentation précédents, je citerai ce fait que j'ai observé souvent que, si dans un tube où se trouvent certains rubis le vide est imparfait, ils donnent à peine une trace de lumière sous l'influence des décharges électriques, tandis que, si le vide est poussé plus loin, ils s'illuminent brillamment en rouge, comme ils le font toujours dans le phosphoroscope.

» J'ai démontré, du reste, depuis longtemps que, bien que la présence du chrome augmente beaucoup la puissance que possède l'alumine d'émettre par phosphorescence des rayons rouges dans le phosphoroscope, cependant l'alumine aussi pure que possible donne lieu, par ce mode d'expérimentation, à une émission de rayons de même couleur, quoique de plus faible intensité. Il serait même possible que le chrome donnât à l'alumine un pouvoir d'absorption différent pour les rayons lumineux excitateurs et augmentât ainsi sa puissance de phosphorescence. Il se produirait alors une action du même genre que celle que possèdent les matières colorantes et en vertu de laquelle celles-ci modifient le pouvoir d'absorption des corps chimiquement impressionnables à la lumière et les rendent sensibles à l'action de rayons qui ne les impressionnaient pas avant ce mélange.

» La complication des effets observés en employant les décharges dans les tubes à gaz très raréfiés ainsi que les différences de durée des rayons émis par phosphorescence me paraît devoir expliquer la cause des différences présentées par un même échantillon d'alumine excité dans ces tubes ou soumis dans un phosphoroscope à l'action de la lumière solaire ou de la lumière de l'arc voltaïque. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition des cendres du cidre.* Note de M. G. LECHARTIER.

« L'étude de la composition des cendres que fournissent les cidres par l'incinération présente un intérêt sérieux au point de vue scientifique, en même temps qu'elle peut donner des indications sur leur pureté.

» 1° Nous avons recherché si cette composition présente des caractères distinctifs constants, malgré les différences de provenance.

» 2° Nous avons poursuivi les mêmes études sur la pomme à cidre, et nous avons reconnu que la nature du sol ne modifie pas la composition de ses cendres.

» 3° Nous avons mis en évidence les différences qui existent entre les cendres du fruit et celles des feuilles et du bois du pommier.

» Pour obtenir les cendres qu'un cidre peut fournir, on évapore le liquide dans une capsule de platine et l'on carbonise lentement le résidu, jusqu'à décomposition complète de la matière organique. On n'effectue l'incinération qu'après avoir lavé le charbon à l'eau bouillante, pour enlever la majeure partie des sels solubles. Cette précaution est nécessaire pour que l'on puisse brûler complètement le charbon sans perdre de potasse.

» Les cidres analysés ont fourni $1^{gr},7$ à $4^{gr},9$ de cendres par litre.

» Dans une précédente Note, nous avons indiqué la proportion trouvée pour les cidres des divers départements de l'Ouest et l'on a pu constater que cette proportion peut varier du simple au double, d'une région à l'autre. Dans le département de l'Ille-et-Vilaine, la teneur est restée comprise entre les nombres $1^{gr},704$ et $2^{gr},140$, tandis que dans la Seine-Inférieure et le Calvados le minimum était $2^{gr},27$ et le maximum s'élevait à $3^{gr},82$ et $4^{gr},91$. On serait porté à penser que la teneur en principes minéraux augmente en même temps que la richesse du cidre en alcool et en principes organiques.

» Quelle que soit la provenance du cidre et sa richesse en principes minéraux, on observe les caractères communs suivants :

» 1° La majeure partie des cendres est soluble dans l'eau; elle varie de 80 à 92 pour 100 du poids total.

» 2° Les sels solubles sont presque entièrement constitués par des sels de potasse. Le poids de potasse n'a jamais été inférieur à la moitié du poids total des matières minérales. Le plus souvent, il est resté compris entre 51 et 60 pour 100. Dans deux cas, nous l'avons vu atteindre une proportion

de 62 et même de 65 pour 100. En valeur absolue, le poids de la potasse par litre a varié de 1gr à 1gr,7. La soude n'existe dans les sels solubles qu'en proportions minimes et l'on n'y rencontre pas de chaux.

» 3° Les deux acides qui dominent dans les sels solubles sont l'acide phosphorique et surtout l'acide carbonique. Le poids de l'acide carbonique dosé directement n'a jamais été inférieur à 15 pour 100 de celui des cendres, et il s'est élevé jusqu'à 29 pour 100. Ce fait indique que, dans les cidres, la potasse existe surtout combinée aux acides organiques, tels que l'acide malique. La proportion des chlorures et des sulfates est toujours faible.

» 4° L'acide phosphorique se partage entre la partie soluble et la portion insoluble des cendres; son poids total varie de 4,3 à 10 pour 100 du poids des cendres, soit, en valeur absolue, de 0gr,118 à 0gr,240 par litre.

» 5° Le poids total des deux bases, chaux et magnésie, est inférieur au dixième de celui des cendres; il est resté compris entre 4,5 et 9,5 pour 100. La magnésie est, le plus souvent, en quantités au moins égales à celle de la chaux.

» Ces faits ont été observés sur des cidres de toutes provenances; on peut donc dire qu'ils sont indépendants de la nature du sol.

» A l'appui de ce qui précède, nous citons la composition des cendres fournies par 1lit de cidres provenant de divers départements :

	Manche.	Orne.	Eure.	Ille-et-Vilaine.
Partie insoluble.				
	gr	gr	gr	gr
Silice	0,010	0,007	0,007	0,017
Acide phosphorique	0,039	0,080	0,106	0,081
Chaux	0,042	0,074	0,090	0,050
Magnésie	0,080	0,038	0,089	0,037
Oxyde de fer et alumine	0,015	0,013	0,020	0,017
Total	0,186	0,212	0,312	0,202
Partie soluble.				
	gr	gr	gr	gr
Chlore	0,020	0,014	0,006	0,024
Acide sulfurique	0,065	0,063	0,050	0,145
Acide phosphorique	0,117	0,046	0,135	0,149
Acide carbonique	0,397	0,615	0,464	0,289
Potasse	1,113	1,465	1,302	0,970
Soude	0,021	0,014	0,018	0,020
Total	1,733	2,217	1,975	1,597

» Les pommes fournissent 90 à 95 pour 100 de leur poids de moût. Leur composition doit donc présenter peu de différences avec celle du cidre au point de vue des matières minérales. Il y avait cependant intérêt à déterminer comment ces principes se partagent entre le moût et le marc et à rechercher sur la pomme l'influence de la nature du sol.

» Les pommes que nous avons analysées provenaient d'arbres développés dans des terrains schisteux, granitiques ou calcaires. Nous avons reconnu qu'elles peuvent donner des poids de cendres très variables; mais la composition de ces cendres mêmes présente des caractères généraux constants :

» Sur douze variétés de pommes analysées, le poids des cendres a varié de $2^{gr},105$ à $4^{gr},47$ par kilogramme de fruits.

» La partie soluble est restée voisine de 80 pour 100 du poids total des cendres.

La proportion d'acide phosphorique a varié de	7,6	à	16 pour 100
La proportion de la potasse a varié de............	44	à	58 pour 100
La proportion de chaux et de magnésie a varié de...	7,3	à	14 pour 100

» La présence du calcaire dans le sol n'a pas pour effet d'élever sensiblement la quantité de chaux existant dans la pomme. Dans l'extraction du jus, la plus grande partie de la potasse passe dans le moût, tandis que le marc conserve une plus forte proportion de chaux.

Par kilogramme de pommes.	Terrain calcaire.	Terrain granitique.	Terrain schisteux.
Cendres....................	$3^{gr},093$	$3^{gr},349$	$2^{gr},434$
Acide phosphorique.........	0,235	0,407	0,408
Chaux......................	0,168	0,145	0,101
Magnésie	0,269	0,145	0,087
Potasse....................	1,553	1,490	1,284

» Il existe une différence complète, au point de vue de la composition des cendres, entre la pomme d'une part, le bois et les feuilles de l'arbre d'autre part. Nos analyses ont porté sur le jeune bois.

» La proportion de cendres dans le bois et les feuilles a été voisine de 2 pour 100, c'est-à-dire beaucoup plus élevée que dans les pommes. La partie insoluble dans l'eau forme les deux tiers ou les quatre cinquièmes de la masse totale; la chaux et la magnésie y dominent à l'état de phosphates et de carbonates. Dans la partie soluble, on ne retrouve pas d'acide phosphorique.

» Quand on passe du bois aux feuilles, on voit la proportion de chaux diminuer et la teneur en potasse augmenter sensiblement.

» Les nombres suivants se rapportent à 1^{kg} de matière végétale, prise à l'état normal. L'arbre était planté dans un sol granitique.

	Bois.	Feuilles.	Pommes.
	gr	gr	gr
Cendres totales	20,720	21,720	3,030
Partie insoluble.			
Silice	0,193	0,798	0,033
Acide phosphorique	1,528	1,516	0,199
Chaux	9,444	6,687	0,144
Magnésie	1,224	3,018	0,243
Oxyde de fer et alumine	0,198	0,360	0,022
Partie soluble.			
	gr	gr	gr
Acide phosphorique	0,00	0,00	0,00
Acide sulfurique	0,072	0,557	0,140
Magnésie	0,072	0,232	0,121
Potasse	1,999	3,796	1,347
Soude	0,076	0,112	0,065

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Reiset*, élu Membre de l'Académie dans la même Section.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50,

M. le général Menabrea obtient	49	suffrages
M. Arloing	1	»

M. le général **Menabrea**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Expériences relatives à la désinfection anti-phylloxérique des plants de vignes.* Note de MM. **Georges Couanon** et **Étienne Salomon**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« On sait qu'en dehors des essaimages et de l'infection par les plants déjà racinés ou munis de crossettes, les simples boutures de vignes, non racinées et sans crossettes, jouent un rôle important dans la dissémination du fléau phylloxérique. C'est donc avec raison que, depuis longtemps, les viticulteurs se préoccupent des moyens qu'il y aurait de mettre les jeunes plantiers à l'abri de l'infection phylloxérique *d'apport direct,* comme nous l'appellerons.

» A la suite de l'indication, par M. le professeur Balbiani, d'un procédé de destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera à l'aide de badigeonnages des ceps ([1]), à la suite aussi de la constatation de l'innocuité du mélange sur la végétation, plusieurs expérimentateurs eurent l'idée de tremper dans le badigeonnage un certain nombre de boutures prêtes à planter. Il avait été démontré par M. Balbiani que les badigeonnages tuaient les œufs; il s'agissait de vérifier si les boutures ne souffriraient pas plus que les vignes en place de l'application du remède. L'an dernier, cette opération fut pratiquée sur plusieurs points du vignoble français, et les résultats furent contradictoires : ici l'on n'eut à enregistrer que des succès, là la reprise de bon nombre de boutures trempées n'eut pas lieu.

» Ces résultats pouvant faire naître de légitimes craintes relativement à l'avenir d'un procédé de désinfection des boutures, nous avons entrepris cet hiver des expériences. Il était urgent de donner des conclusions avant l'époque ordinaire des plantations; nous en avons eu la possibilité, à Thomery (Seine-et-Marne), chez l'un de nous, M. Salomon, qui avait à sa disposition les serres où il force ses vignes destinées à produire les raisins de primeur.

» Comme l'on verra, nous ne nous sommes pas bornés à répéter les expériences de badigeonnage; cherchant, en même temps, s'il n'y aurait

---

([1]) Rapport de M. Balbiani à M. le Ministre de l'Agriculture (*Compte rendu du service du Phylloxera*, p. 164; 1884).

pas des procédés d'un emploi rentrant plus communément dans la pratique journalière, nous nous sommes reportés à des expériences plus anciennement faites par M. Balbiani, relativement à l'action destructive de l'eau chaude, à 45° ou 50°, sur la vitalité des œufs du Phylloxera trempés pendant un temps déterminé ([1]).

» Le 10 décembre dernier, nous avons soumis des boutures aux expériences suivantes (un certain nombre d'entre elles étant réservées pour témoins) :

Eau à 45°. Durée de l'immersion		5 minutes.
Eau à 50°. Durée de l'immersion		1 »
Eau à 50°. Durée de l'immersion		2 »
Badigeonnage.	Huile lourde	20 parties.
	Naphtaline	60 »
	Chaux vive	120 »
	Eau	400 »

» Après ces opérations, les bourgeons ne semblaient pas atteints. On fit sécher les boutures à la chaleur de la serre (25°), et dès le lendemain (11 décembre) on put planter les boutures en expérience et les boutures témoins. Une partie des boutures badigeonnées furent plantées telles quelles; d'autres furent secouées fortement et le badigeon tomba; aux autres boutures, on enleva le badigeon qui recouvrait la partie à mettre en terre.

» La plantation fut menée à la manière ordinaire des forçages; dès le commencement de janvier, un certain nombre de bourgeons se développèrent manifestement, et, le 1er février, les résultats étaient plus que suffisants pour que l'opération fût arrêtée. Toutes les boutures étaient bien parties, quelques-unes portaient des pousses de plus de $0^m,15$; à l'arrachage, nous avons observé qu'elles étaient toutes convenablement racinées. Il n'y avait aucune différence entre les boutures en expérience et les boutures témoins : la chose a été vérifiée par MM. Balbiani et Henneguy, au laboratoire d'Embryogénie du Collège de France.

» On peut conclure, de ces expériences, que les procédés (eau chaude et badigeonnage) préconisés par M. Balbiani peuvent être employés, sans danger sur les boutures, pour la destruction préventive du Phylloxera. Les insuccès relatés plus haut concernant le badigeonnage semblent, d'après les renseignements recueillis, tenir au mauvais état des plants

([1]) *Comptes rendus,* séance du 11 décembre 1876.

d'une part, aux circonstances climatériques de l'autre. Quoi qu'il en soit, nous donnerons cependant, pour l'instant, la préférence à l'eau chaude qui, si le contrôle de l'opération est impossible, a du moins l'avantage d'être facilement appliquée et de ne coûter, pour ainsi dire, rien. »

VITICULTURE. — *Recherches nouvelles sur l'action que les composés cuivreux exercent sur le développement du* Peronospora *de la vigne.* Note de MM. **Millardet** et **Gayon**, présentée par M. Schlœsing.

(Renvoi à la Commission du Mildew.)

« Dans la séance du 9 novembre 1885, nous avons soumis à l'Académie l'explication de l'action que le mélange de chaux et de sulfate de cuivre (bouillie bordelaise) exerce sur le développement du *Peronospora* de la vigne. En nous appuyant sur ce fait, observé dans le laboratoire, que les conidies du parasite sont incapables de germer dans de l'eau qui contient deux à trois dix-millionièmes de cuivre soluble, nous avons dit que le cuivre dissous par les eaux de pluie et par la rosée est l'agent prophylactique essentiel de la maladie.

» Cette manière de voir est pleinement justifiée par l'expérience suivante, exécutée le 23 septembre dernier : des conidies, semées dans des gouttes d'eau récoltées après une pluie sur des feuilles soumises au traitement, deux mois auparavant, n'ont pas germé, tandis que d'autres conidies, semées au même moment dans de l'eau provenant de feuilles non traitées, ont germé d'une façon normale. Le cuivre, seul dissous dans le premier cas, peut expliquer ce résultat.

» D'un autre côté, des feuilles, aspergées avec une solution très étendue de sulfate de cuivre et exposées ensuite pendant plusieurs jours à des pluies abondantes et continuelles, sont réfractaires au parasite, bien qu'à leur surface il ne reste pas de cuivre soluble, et que les conidies du *Peronospora* germent parfaitement dans l'eau de pluie qui mouille leur face supérieure.

» Des faits du même genre ont amené déjà MM. Schlœsing ([1]) et Cornu ([2]) à donner de l'action du cuivre sur le Mildew deux autres expli-

---

([1]) *Bulletin de la Société nationale d'Agriculture de France,* séance du 11 novembre 1885.

([2]) *Ibid.*, séance du 22 mars 1886.

cations. Pour M. Schlœsing, la plante absorberait assez de cuivre pour que les liquides qui la remplissent en dissolvent de deux à trois dix-millioniėmes et deviennent ainsi incapables d'entretenir le développement du parasite; tandis que, pour M. Cornu, le cuivre serait plus spécialement localisé dans les membranes et s'opposerait à l'accroissement des tubes germés du *Peronospora,* au moment où ils percent ces dernières pour opérer l'infection des feuilles.

» Plusieurs expériences, dont les détails seront publiés dans un Mémoire spécial, montrent que ces deux explications, proposées *a priori,* sont d'accord avec les faits, surtout la dernière. Nous nous bornerons, dans cette Note, à signaler les plus importantes.

» Ainsi, nous avons observé que deux feuilles de chasselas, qui avaient reçu chacune en pulvérisation sur la *face supérieure* $2^{mgr},5$ de sulfate de cuivre en solution dans l'eau, avaient acquis une notable résistance à l'inoculation du parasite par la *face inférieure.* Tandis, par exemple, que ces inoculations par la face inférieure nous réussissaient dans la proportion de 60 pour 100 sur les feuilles qui n'avaient subi aucun traitement, elles ne réussissaient plus que dans celle de 28 pour 100 sur les feuilles qui avaient été soumises à la pulvérisation sur la face supérieure.

» Mais si l'action du cuivre peut s'étendre à une certaine distance du point où ce métal a été déposé et absorbé, c'est surtout dans ce dernier qu'elle est énergique. L'expérience suivante en est la preuve.

» Deux feuilles de chasselas sont soumises à deux pulvérisations successives sur leur face inférieure à l'aide d'une solution de cuivre à $2^{gr},5$ par litre; trois quarts d'heure après, ces feuilles sont lavées avec soin à l'eau de pluie sur leurs deux faces, puis maintenues immergées dans l'eau pendant une minute. A quelques jours de là, elles sont cueillies en même temps qu'une autre feuille de la même plante qui n'avait subi aucun traitement, lavées de la même façon que précédemment, ainsi que cette dernière, et maintenues immergées avec le témoin pendant deux heures dans 12^{lit} d'eau de pluie. On dépose alors sur la face inférieure des deux premières feuilles 211 gouttes d'eau de pluie où fourmillaient des conidies du *Peronospora* et 131 gouttes de la même eau sur la face inférieure de la feuille témoin. Quelques jours après, celle-ci présentait 88 taches de *Peronospora* et il ne s'en trouvait aucune sur les feuilles qui avaient été soumises à la pulvérisation.

» Une dernière expérience montrera à la fois que c'est par la cuticule

surtout que le cuivre est absorbé, qu'il se localise dans cette membrane et qu'il y est énergiquement retenu.

» A la fin de novembre, des feuilles de *V. rupestris* en très bon état sont recueillies, coupées en fragments et mises à digérer dans un grand excès d'acide sulfurique monohydraté, additionné de $1^{éq}$ d'eau. Après vingt-quatre heures, le tissu des feuilles est détruit, sauf la cuticule, qui surnage. Cette cuticule, lavée dans un courant d'eau jusqu'à ce que toute réaction acide au tournesol ait disparu, est mise ensuite à digérer dans une solution de sulfate de cuivre contenant $0^{gr},1$ de cuivre par litre. De demi-heure en demi-heure, 50^{cc} de la liqueur sont prélevés et soumis à l'électrolyse; puis, la cuticule est recueillie, desséchée et incinérée; et enfin, les cendres en sont analysées.

» Le Tableau suivant donne les quantités de cuivre trouvé après chacune de ces opérations, pour $2^{gr},7$ de cuticule humide placée dans 250^{cc} de solution cuprique :

	Cuivre trouvé par l'électrolyse.
Dans 50^{cc} de liqueur témoin	5^{mgr}
Dans 50^{cc} de la liqueur dans laquelle baigne la cuticule, après $\frac{1}{2}$ heure	$2^{mgr},5$
Dans 50 » après 1 heure	1,8
Dans 50 » après $1\frac{1}{2}$ heure	0,8
Dans 50 » après 2 heures	1,2
Dans 50 du liquide restant, après $2\frac{1}{2}$ heures	1,2
Dans les cendres de la cuticule	17,0
Total	24,5

au lieu de 25^{mgr} employés.

» Cette expérience montre en outre avec quelle rapidité le cuivre est absorbé par la cuticule. Nous ajouterons que cette membrane le retient avec une énergie telle que, mise à digérer dans l'eau, elle ne lui cède pas la moindre trace de cuivre, même après vingt-quatre heures. »

MM. Guyou et Simart, lieutenants de vaisseau, soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Développements de géométrie du navire, avec application aux calculs de stabilité ».

Les auteurs considèrent leur méthode comme apportant un perfectionnement notable à celles de leurs devanciers, Charles Dupin, Bravais, Rankine, Reech, Leclert, Daymard; grâce aux formules tout à fait nouvelles

qu'elle emploie, elle abrège *beaucoup* les calculs, encore très laborieux, auxquels conduit celle de ce dernier auteur, dont l'Académie a récemment récompensé le Mémoire.

(Commissaires : MM. Phillips, Maurice Lévy, Sarrau, de Jonquières.)

M. F. **Geschwend** adresse, de Kiew (Russie), un Mémoire relatif à un « Projet d'application de l'action réactive de la vapeur aux locomotives des chemins de fer. »

L'auteur est conduit, par ses calculs, à considérer son système comme devant donner une économie de vapeur de 63 pour 100, par rapport aux locomotives du système actuel; une économie de plus de moitié, dans la dépense d'eau introduite dans la chaudière; une diminution de 38 pour 100 sur le poids des rails, etc.

(Commissaires : MM. Phillips, Maurice Lévy, Sarrau.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que le tome CI des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier numéro des « Annales de l'Institut Pasteur », publiées sous le patronage de M. Pasteur, par M. *Duclaux* (Comité de rédaction composé de MM. Chamberland, Grancher, Nocard, Roux, Strauss).

2° Trois Fascicules de la « Bibliotheca mathematica » publiées à Stockholm par M. *Gustaf Eneström*, pour les années 1884, 1885 et 1886. (Présenté par M. Hermite.)

» 3° Un numéro des « Acta mathematica » (15 décembre 1886), Journal rédigé par M. *Mittag-Leffler*. (Présenté par M. Hermite.)

4° Le 2e Fascicule des « Illustrationes floræ insularum maris Pacifici », par M. *Drake del Castillo*. (Présenté par M. Duchartre.)

M. **Faye**, en offrant à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, la collection des Cartes du Portugal, s'exprime ainsi :

« M. d'Avila, pair du royaume portugais, major dans l'état-major de l'armée et délégué près de l'Association géodésique internationale, a bien voulu me faire don de la magnifique collection des Cartes géodésiques et hydrographiques de son pays, en souvenir d'un léger service que j'ai eu occasion de rendre autrefois à la Science portugaise. J'ai pensé aussitôt que ces belles Cartes seraient bien plus utilement placées dans la Bibliothèque de l'Institut que dans la mienne; elles seraient ainsi plus accessibles aux savants qui auront besoin de les consulter. Je me suis donc décidé à offrir cette collection à l'Académie.

» Je la prie de vouloir bien en agréer l'hommage, persuadé que l'illustre donateur portugais ne me désapprouvera pas. »

GÉODÉSIE. — *Coordonnées géographiques de Punta-Arenas.* Note de M. **Cruls**, présentée par M. Faye, au nom de S. M. dom Pedro d'Alcantara.

« Lorsque, en 1882, M. Faye présenta à l'Académie des Sciences une Note de l'observatoire impérial de Rio sur les Missions brésiliennes pour l'observation du passage de Vénus (*Comptes rendus*, 1882, 2e semestre, p. 674), le savant Académicien fit observer que la jonction chronométrique du détroit de Magellan avec Montevideo serait une opération de haute importance et qui serait utilisée par tous les observateurs de ces parages lointains.

» Aujourd'hui je suis heureux de pouvoir soumettre à l'Académie la valeur la plus probable de la longitude de Punta-Arenas, déduite des déterminations qui me semblent les plus rigoureuses et que j'ai mentionnées dans le Tableau ci-après. En ce qui concerne la jonction chronométrique entre Punta-Arenas et Santa-Cruz (Patagonie), obtenue à l'aide de nos quinze chronomètres, on trouvera les détails de cette opération dans le Rapport sur l'observation du passage de Vénus, par les Missions brésiliennes, actuellement sous presse, et qui paraîtra dans peu de mois. Les résultats obtenus à Punta-Arenas par la Mission allemande m'ont été gracieusement communiqués par M. le professeur Auwers, de Berlin, et ceux de la Mission américaine qui a observé à Santa-Cruz l'ont été par M. le professeur Harkness, de Washington.

» Afin de réduire chacune des longitudes de Punta-Arenas à un seul et même point convenablement situé dans la localité et qui m'a paru être le phare (feu du Blockhouse), j'ai fait une triangulation qui a fourni les différences de longitude entre les observatoires des diverses Missions et le phare, et que voici :

Observatoire brésilien à l'ouest de l'observatoire allemand......	$2^s,64$
Observatoire allemand à l'ouest du phare.....................	$0^s,11$

» Il est à noter que l'observatoire allemand en 1882 se trouvait presque exactement à l'emplacement de celui du commandant Fleuriais, en 1867.

» En tenant compte des poids relatifs calculés d'après les erreurs probables de chaque détermination, on arrive finalement à la valeur $4^h 52^m 56^s,99$ pour la longitude du phare de Punta-Arenas, à l'ouest du méridien de Paris, et qui me paraît pouvoir être considérée comme la plus précise jusqu'à ce qu'une détermination télégraphique puisse être exécutée.

» Quant à la latitude, nos observations nous ont fourni :

Latitude de l'observatoire brésilien......................	S. 53°.10′. 3″,40 ± 0″,45
Δ lat. avec l'observatoire allemand......................	— 24,42
Lat. obs. allemand par nos observations..................	53. 9.38,98
Lat. obs. allemand par les obs. de la Mission allemande....	53. 9.39,35 (1)
Moyenne.........................	53. 9.39,16
Δ lat. entre obs. allemand et phare......................	— 0,57
Latitude phare....................	S. 53. 9.38,59

» En résumé, on trouve, pour coordonnées géographiques, les valeurs suivantes :

Phare de Punta-Arenas.	Latitude................	53°9′38″,6 S.
	Longitude..............	$4^h 52^m 56^s,99$ W. de Paris
	Longitude..............	$4^h 43^m 36^s,09$ W. de Greenwich

(1) Résultat communiqué par le professeur Auwers.

Détails du calcul.

Autorité.	Nature des observations sur lesquelles se basent les déterminations des longitudes.	Longitude W. Paris des emplacements respectifs des Missions à Punta-Arenas.	Poids relatifs.	Réduction au phare.	Longitude du phare de Punta-Arenas.
Commandant Fleuriais (1867).	16 culminations lunaires.....	4h52m58s,51±0s,76 (1)	0,06	—0s,11	4h52m58s,40
Mission allemande (1882).	Transports chronométriques entre Punta-Arenas et Montevideo..................	4.52.57,44 (9,77) (2)			
	48 culminations lunaires.....	4.52.56,00 (1,98) (2)			
	Occultations, 2 immersions, 1 émersion..............	4.52.58,21 (0,44) (2)			
	Moyenne par poids....	4.52.57,22±0,19	1,00	—0,11	4.52.57,11
Mission brésilienne (1882) et Mission américaine (1882).	Transport de 15 chronomètres entre Punta-Arenas et Santa-Cruz, par la Commission brésilienne, combiné avec 4 transports de 6 chron. et 3 transp. de 3 chron. entre Santa-Cruz et Montevideo par la Commission américaine....................	4.52.59,51±0,20 (3)	0,90	—2,75	4.52.56,76
	Moyenne par poids..................................				4.52.56,99

ASTRONOMIE. — *Observations équatoriales des nouvelles comètes Brooks et Barnard, faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$. Note de MM. Trépied et Rambaud, présentée par M. Mouchez.

Dates. 1887.	Étoiles de comparaison.	Grand.	Ascension droite. Comète — Étoile.	Déclinaison. Comète — Étoile.	Nombre de compar.	Observ.
			Comète Brooks.			
Janv. 27....	*a* B.D. + 75°, n° 684.	9,2	—0m.31s,08	+ 9′.42″,8	8:10	T.
27....	*a* » »	»	—0.15,24	+10.59,3	10:10	R.

(1) Cette valeur comprend la correction introduite par le professeur Auwers, d'après la discussion publiée dans les *A. N.*, n° 2586-87 (1884).

(2) Ces valeurs m'ont été communiquées par le professeur Auwers.

(3) La différence de longitude entre Santa-Cruz, pilier de la Mission américaine, et Montevideo (cathédrale) m'a été communiquée par le professeur Harkness; elle est de $48^m 52^s,64 \pm 0^s,15$.

N. B. — Les nombres entre parenthèses représentent des poids relatifs.

Dates. 1887.	Étoiles de comparaison.	Grand.	Ascension droite. Comète — Étoile.	Déclinaison. Comète — Étoile.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Janv. 28....	*b* 19153 Arg. OEltzen.	9,1	−1. 2,02	+ 6.24,6	8:16	R.
28....	*b* » »	»	−0.44,54	+ 7. 7,0	10:10	T.
	Comète Barnard.					
27....	*c* B.D. + 27°, n° 3348.	7,9	+2.15,13	− 1.34,7	10:10	R.
28....	*d* B.D. + 28°, n° 3342.	9,0	−1. 4,77	+ 4.16,3	10:10	T.
28....	*d* » »	»	−1. 3,18	+ 4.35,5	10:10	R.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1887.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 27....	*a*	18.57.21,68	−4,38	+75.56. 9,5	−0,6	B.B., VI + 75°, n° 684.
28....	*b*	19.13.15,26	−4,59	+76.45.49,2	+0,3	Arg. OEltzen.
27....	*c*	19.15.36,42	−1,53	+27.42. 7,1	+0,1	Lalande, n° 36491.
28....	*d*	19.21.43,12	−1,52	+28.13.24,1	−0,1	W_2 + 28°, n° 619.

Positions apparentes des comètes.

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		Comète Brooks.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Janv. 27....	9.23.26	18.56.46,22	$\bar{1}$,752	+76. 5.51,7	0,901
27....	9.55.57	18.57. 2,06	$\bar{1}$,465	+76. 7. 8,2	0,912
28....	8.28.29	19.12. 8,65	0,069	+76.52.14,1	0,846
28....	8.54.43	19.12.26,13	$\bar{1}$,985	+76.52.56,5	0,870
		Comète Barnard.			
27....	17.27.54	19.17.50,02	$\bar{1},726_n$	+27.40.32,5	0,619
28....	17.34.15	19.20.36,83	$\bar{1},726_n$	+28.17.40,2	0,603
28....	17.49.26	19.20.38,42	$\bar{1},719_n$	+28.17.59,5	0,579

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries entières.* Note de M. **L. Lecornu.**

« Étant donnée une série entière

$$a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots + a_n z^n + \ldots,$$

on sait qu'à l'intérieur d'un cercle ayant pour centre l'origine, cette série

est convergente et représente une fonction holomorphe $\varphi(z)$. On sait, en outre, que la fonction $\varphi(z)$, calculée par cheminement en dehors du cercle de convergence, possède, sur la circonférence de celui-ci, un ou plusieurs points critiques.

» Dans le cas où il existe un seul point critique sur la circonférence du cercle de convergence, nous pouvons établir une règle simple pour en trouver la position exacte. Rappelons d'abord que, si b_n est le module de a_n, le rayon de convergence R satisfait, pour $n=\infty$, aux deux conditions

$$\lim b_n R^n = \text{quantité finie},$$

$$\lim \frac{b_n}{b_{n+1} R} = 1;$$

d'où l'on tire

$$R = \lim \frac{1}{\sqrt[n]{b_n}} = \lim \frac{b_n}{b_{n+1}}.$$

» Considérons, à l'intérieur du cercle, deux points quelconques z et $z+h$. La fonction holomorphe $\varphi(z+h)$ peut se développer en série entière par rapport à h, sous la forme

$$\varphi(z+h) = \varphi(z) + h\varphi'(z) + \ldots + \frac{h^n}{1.2\ldots n}\varphi_n(z) + \ldots,$$

et le module de convergence est égal ici à

$$\lim \operatorname{mod} \sqrt[n]{\frac{1.2\ldots n}{\varphi_n(z)}} \quad \text{ou à} \quad \lim \operatorname{mod} \frac{(n+1)\varphi_n(z)}{\varphi_{n+1}(z)}.$$

» D'autre part, si u désigne l'affixe du point critique, le module de convergence de la série en h est égal évidemment à $\operatorname{mod}(z-u)$, au moins tant que le point z reste plus rapproché du point u que de tout autre point critique. Or il est bien aisé de voir qu'une fonction dont le module est constant est elle-même constante, et, par suite, que deux fonctions qui ont même module sont proportionnelles.

» On peut donc poser

$$\lim \sqrt[n]{\frac{1.2\ldots n}{\varphi_n(z)}} = A(z-u) \quad \text{et} \quad \lim \frac{(n+1)\varphi_n(z)}{\varphi_{n+1}(z)} = B(z-u),$$

A et B étant deux constantes, ou bien

$$\sqrt[n]{\frac{1.2\ldots n}{\varphi_n(z)}} = Ae^{\alpha}(z-u) \quad \text{et} \quad \frac{(n+1)\varphi_n(z)}{\varphi_{n+1}(z)} = B(z-u) + \beta,$$

α et β étant deux quantités qui deviennent infiniment petites en même temps que $\frac{1}{n}$. L'équation renfermant A donne, par différentiation,

$$-\frac{1}{n}\frac{\varphi_{n+1}(z)}{\varphi_n(z)} = \alpha' + \frac{1}{z-u},$$

ou bien

$$-\frac{n+1}{n}\frac{1}{B(z-u)+\beta} = \alpha' + \frac{1}{z-u}.$$

» A la limite, cette relation se réduit à $-\frac{1}{B} = 1$, d'où $B = -1$. Par conséquent,

$$\lim \frac{(+n1)\varphi_n(z)}{\varphi_{n+1}(z)} = -(z-u);$$

d'où, en faisant $z = 0$,

$$\lim \frac{a_n}{a_{n+1}} = u.$$

» On a donc ce théorème :

» *L'affixe du point critique le plus rapproché de l'origine est égal à la limite du rapport de deux coefficients consécutifs.*

» Lorsqu'il y a plusieurs points critiques sur la circonférence du cercle de convergence, la limite de $\frac{a_n}{a_{n+1}}$ est indéterminée. Par exemple, le terme général du développement de $\frac{1}{u-z} + \frac{1}{v-z}$ est $z^n\left(\frac{1}{u^{n+1}} + \frac{1}{v^{n+1}}\right)$. Le rapport de deux coefficients consécutifs est alors $u \times \frac{1+\left(\frac{u}{v}\right)^n}{1+\left(\frac{u}{v}\right)^{n+1}}$, et si le module de $\frac{u}{v}$ est égal à l'unité, ce rapport n'a pas de limite déterminée. En pareil cas, on cherchera à décomposer la série en une somme de plusieurs autres, dont chacune donne pour $\frac{a_n}{a_{n+1}}$ une valeur limite, et l'on obtiendra ainsi les divers points critiques de la fonction. Lorsque celle-ci reste uniforme en dehors du cercle de convergence, la décomposition est toujours possible : c'est ce qui résulte de l'expression des fonctions uniformes donnée par MM. Weierstrass et Mittag-Leffler. Au contraire, pour les fonctions qui cessent d'être uniformes, la décomposition est généralement impossible. Ainsi, la fonction $\varphi(z) = \sqrt{1-z^2}$ ne peut être mise sous la forme $f_1(z) + f_2(z)$, dans laquelle $f_1(z)$ admettrait seulement le point critique 1,

et $f_2(z)$, seulement le point critique -1. Car, dans ces conditions, $f_1(z)+f_2(z)$ ne pourrait, comme $\varphi(z)$, changer de signe sans changer de valeur, lorsque z tourne autour d'un point critique. La marche à suivre consiste, dans ce cas, à déplacer l'origine de façon à n'avoir plus qu'un seul point critique sur le cercle de convergence.

» Remarquons, en terminant, que la fonction $\psi(z) = \lim \frac{n\varphi_n(z)}{\varphi_{n+1}(z)}$ (le terme *fonction* étant pris ici dans son acception la plus large) est constamment égale à $-(z-u)$, u étant l'affixe du point singulier le plus voisin de z, et que par conséquent cette fonction admet comme coupures les perpendiculaires élevées au milieu des droites qui joignent deux à deux les points critiques de la fonction $\varphi(z)$. Lorsque le point z traverse l'une de ces coupures, le module de $\psi(z)$ varie d'une manière continue, mais l'argument augmente ou diminue brusquement d'une quantité finie. »

PHYSIQUE. — *Quelques expériences sur les tourbillons aériens.* Note de M. **Ch. Weyher**, présentée par M. Mascart.

« 1° *Trombe marine en plein air.* — Un tambour ouvert par le bas, de 1^m de diamètre et muni de dix palettes rayonnantes, est monté sur un axe vertical à 3^m de hauteur au-dessus de la surface de l'eau contenue dans un grand réservoir.

» Quand on fait tourner ce tambour ventilateur de façon que la vitesse à la circonférence soit de 30^m ou 40^m par seconde, on voit des spirales se former à la surface de l'eau et converger toutes vers un même centre, où elles produisent un cône liquide ayant environ $0^m,20$ de diamètre à sa base et $0^m,10$ à $0^m,12$ de hauteur. Ce premier cône se surmonte d'un second cône renversé et formé de nombreuses gouttes, qui s'élèvent de 1^m à $1^m,50$, pour retomber tout autour à des distances variant de 1^m à 3^m. Les gouttes les plus fines et les poussières d'eau montent jusque dans le tambour tournant.

» Si l'on met de la paille sur l'eau, elle est rassemblée par le tourbillon aérien et il se forme une véritable corde, qui s'élève en tire-bouchon dans l'axe du tourbillon.

» Si l'on place sur l'eau une planche mouillée, le tourbillon y forme un *foyer* de $0^m,01$ à $0^m,02$ de diamètre, d'un aspect blanchâtre et faisant entendre un sifflement particulier, comme si la planche était percée d'un trou par lequel passerait un mélange d'air et d'eau venant du dessous. Cette

concentration du tourbillon sur la planche est remarquable, alors, cependant, que les palettes du ventilateur laissent un cercle libre de $0^m,40$ de diamètre au centre du tambour.

» En plein air, le foyer se déplace sous l'influence du moindre vent ou remous provenant des murs ou obstacles voisins, et il est assez difficile de bien l'étudier. J'ai répété l'expérience en petit et dans un vase clos; le résultat a la même apparence qu'en plein air, et le vase clos n'a d'autre effet que de permettre de fixer à peu près l'axe du tourbillon sur un même point.

» 2° *Tourbillon en vase clos.* — L'appareil consiste en un cylindre en verre, de $0^m,40$ de diamètre sur $0^m,70$ de hauteur, contenant à la partie inférieure de la sciure de bois ou mieux du gruau. Le couvercle supérieur est percé d'un trou, dans lequel passe l'arbre d'un tourniquet formé d'une ou deux palettes en carton, montées à angle droit.

» Si l'on dispose d'abord le gruau de façon à former un cône ou monticule et qu'on fasse tourner le tourniquet, on voit une petite trombe se former au sommet de ce monticule. Peu à peu, la masse de gruau se creuse en hémisphère. La matière court sans cesse en spirales *de la circonférence au centre;* là elle forme d'abord le cône inférieur, puis le cône supérieur dont les parcelles de gruau décrivent des spirales allant *du centre à la circonférence.*

» En remplaçant, dans l'appareil, le gruau par de petits ballons légers gonflés d'air, on suit le mouvement général : lorsque les ballons se trouvent sur les circonférences extérieures, ils descendent en spirales lentes; lorsqu'ils s'approchent de l'axe de rotation, ils remontent rapidement sur une hélice d'un pas bien plus allongé.

» En somme, l'expérience fait voir qu'une masse d'air étant donnée, si on lui imprime un mouvement autour d'un axe vertical, cet air descend constamment par les circonférences extérieures, pour remonter par l'intérieur, entraînant dans son mouvement les corps ou poussières qui s'y trouvent noyés.

» 3° *Attraction produite par un tourbillon.* — Un disque plan en carton est emmanché normalement à l'extrémité d'une baguette très légère, posée horizontalement sur deux galets très mobiles. Un fil attaché à la baguette passe sur une poulie et porte un plateau de balance, équilibré par un contrepoids. En face du disque, est un tambour que l'on fait tourner autour d'un axe horizontal, d'un mouvement uniforme. Le disque est attiré par le tambour et l'on peut équilibrer l'attraction par des poids convenables placés

dans le plateau. Cet équilibre est d'ailleurs instable et l'on détermine la position correspondant à chacun des poids en maintenant un arrêt monté sur la tige entre deux fourchettes portées par un curseur.

» On reconnaît ainsi que l'attraction du tambour sur le disque est en raison inverse du carré de la distance.

» Le même appareil permet de constater l'attraction latérale d'un tourbillon.

» 4° *Variation de température, dans l'axe d'un tourbillon.* — On répète la seconde expérience sans y introduire de poussière et l'on place la boule d'un thermomètre dans l'axe. Quand on donne au tourniquet une vitesse d'environ 1500 tours à la minute, le thermomètre indique d'abord un abaissement de température de 1°, qui correspond à la dépression produite par le mouvement. Le tourbillon continuant à agir, la température monte et, au bout d'une demi-heure environ, elle s'élève à 3° au-dessus de ce qu'elle était dans l'air en repos. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur l'électrolyse des solutions alcalines.*
Note de M. **Duter**, présentée par M. Lippmann.

« En électrolysant des solutions aqueuses de potasse, de soude, de baryte ou de chaux, j'ai observé que le volume de l'oxygène dégagé sur l'électrode positive était notablement moindre que la moitié de celui de l'hydrogène dégagé sur l'électrode négative.

» En prenant pour électrode positive une large lame de platine, et pour électrode négative un fil fin de platine, je suis arrivé à obtenir comme résultat de l'électrolyse un volume d'oxygène seulement, pour quatre volumes d'hydrogène, de sorte qu'il ne se dégageait que la moitié de l'oxygène que l'électrolyse de l'eau aurait dû mettre en liberté.

» J'ai pensé que l'oxygène qui ne se dégageait pas s'était fixé sur l'électrolyte, en donnant un composé suroxygéné; pour vérifier cette prévision, j'ai procédé à l'électrolyse de solutions alcalines de potasse, de soude, de baryte et de chaux dans les conditions qui m'ont paru les plus favorables à l'absorption de l'oxygène, c'est-à-dire que j'ai employé des solutions faibles en alcali et traversées par des courants peu denses; la grande électrode avait une surface de 144^{cq} et le courant $\frac{3}{100}$ d'ampère. Dans ces conditions, le dégagement d'oxygène sur l'électrode positive était très peu sensible; j'ai laissé l'électrolyse se produire pendant plusieurs jours.

» J'ai d'ailleurs eu soin de séparer, au moyen d'un vase poreux, les liquides qui entouraient chacun des deux pôles. Au bout de plusieurs jours, j'ai retiré le liquide qui se trouvait autour du pôle positif et, l'ayant placé dans un appareil analogue à celui qui sert à recueillir les gaz dissous dans l'eau, je l'ai chauffé peu à peu jusqu'à le porter à l'ébullition.

» Il s'est alors dégagé de l'oxygène du liquide chauffé dans la proportion de $\frac{1}{15}$ environ; cette proportion n'a pas sensiblement varié avec la nature de l'alcali ni avec son degré de concentration; elle est bien supérieure à celle que donnerait une simple dissolution d'oxygène, qui est encore moins soluble dans les solutions alcalines que dans l'eau pure. Il s'est donc formé un composé suroxygéné; en prolongeant la durée de l'électrolyse, j'avais espéré former ce composé en assez grande abondance pour essayer d'en connaître la nature; mais, à ce point de vue, l'expérience ne m'a pas jusqu'à présent donné de résultat : la proportion d'oxygène absorbé n'augmente plus au bout de deux ou trois jours, et l'oxygène, qui paraît absorbé, disparaît par diffusion. Il se peut qu'il se soit formé de petites quantités des combinaisons aujourd'hui connues de l'eau oxygénée avec les alcalis, combinaisons très peu stables et que des élévations de température détruisent rapidement; mais il est impossible d'expliquer, par la formation de ces composés, la fixation de la totalité de l'oxygène absorbé; en effet, si, après que le liquide soumis à l'action de la chaleur seule a cessé de dégager de l'oxygène, on l'additionne d'un acide quelconque en proportion telle qu'il devienne légèrement acide, d'alcalin qu'il était, et si on le chauffe de nouveau, il dégage toujours une nouvelle quantité d'oxygène, faible il est vrai, mais qui est environ le quart de l'oxygène dégagé par l'action de la chaleur seule.

» Il semble donc qu'il s'est formé, dans l'électrolyse des solutions alcalines, de petites proportions d'un composé suroxygéné, qui s'est combiné à l'alcali, de telle sorte qu'il ne peut être mis en liberté par l'ébullition, mais seulement par un acide.

» Ce composé pourrait être un peroxyde d'hydrogène, par l'existence duquel M. Berthelot explique diverses réactions, parmi lesquelles il remarque surtout celle du permanganate de potasse sur l'eau oxygénée [1]. »

---

[1] Ce travail a été effectué au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

CHIMIE. — *Le principe du travail maximum et les lois des équilibres chimiques.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Les études relatives à la Mécanique chimique ont permis de formuler un certain nombre de lois qui, au premier abord, paraissent fort dissemblables. Il faut pourtant, de toute nécessité, si ces lois sont exactes, qu'elles s'accordent entre elles, et l'on peut de cette condition déduire certaines relations entre les grandeurs qui figurent dans leur énoncé.

» C'est ainsi que la prévision du sens des réactions chimiques complètes peut se faire en partant de deux points de vue opposés : du principe du travail maximum de M. Berthelot ou des lois numériques des équilibres chimiques. Considérons, pour rendre la discussion plus claire, un exemple particulier très simple, tel que l'action de l'acide carbonique sur l'hydrate de chaux

$$CaO, HO + CO^2 = CaO, CO^2 + HO(\text{vap.}),$$

réaction qui dégage, à la température ordinaire, $3^{\text{Cal}},75$.

» Le principe du travail maximum veut que tout système chimique tende vers l'état correspondant au plus grand dégagement de chaleur, à condition qu'aucun des corps intervenant dans la réaction n'éprouve de dissociation appréciable dans les conditions de température et de pression où se trouve le système considéré. D'après cette loi, le déplacement de la vapeur d'eau par l'acide carbonique devra être sensiblement complet pour toutes les températures inférieures à 300°.

» La loi d'équilibre d'un semblable système s'obtient, d'autre part, en retranchant, membre à membre, les équations de dissociation des deux corps composés en présence, CaO, CO^2 et CaO, HO. Ces deux équations sont, en négligeant dans une première approximation la variation de la chaleur de réaction avec la température,

$$(1) \qquad \log p + k\frac{L}{T} = \log p_0 + k\frac{L}{T_0},$$

$$(2) \qquad \log p' + k\frac{L'}{T} = \log p_0 + k\frac{L'}{T'_0}.$$

» Les températures T_0 et T'_0 sont celles pour lesquelles la tension de dissociation des deux composés a une même valeur p_0, soit l'atmosphère par exemple.

» Ces équations, retranchées membre à membre, donnent

$$(3) \qquad \log \frac{p}{p'} + k\frac{L - L'}{T} = k\left(\frac{L}{T_0} - \frac{L'}{T'_0}\right),$$

qui peut être appliquée à la prévision du sens de la réaction complète, en considérant celle-ci comme la limite vers laquelle tend la réaction partielle pour laquelle cette formule a été établie.

» Pour que le sens de la réaction, c'est-à-dire le signe et la grandeur de $\frac{p}{p_1}$, soit exclusivement déterminé par la chaleur de réaction $L - L'$, il faut que la constante du second membre de l'équation (3) soit nulle, c'est-à-dire

$$\frac{L}{T_0} = \frac{L'}{T'_0},$$

ce qui veut dire que : *Dans les phénomènes de dissociation simple, le quotient, par la température absolue de dissociation sous la pression atmosphérique, de la chaleur latente de décomposition mesurée à la même température et rapportée à la volatilisation d'un poids moléculaire des corps gazeux, est une quantité constante.*

» Pour soumettre cette loi au contrôle de l'expérience, on ne pouvait songer à la mesure directe des chaleurs latentes aux températures élevées; mais on sait qu'on peut très facilement les déduire des courbes des tensions de dissociation. Je me suis servi de l'équation (1) qui représente une droite quand on porte en abscisse $\log p$ et en ordonnées $\frac{1}{T}$ et que l'on se limite à un intervalle de température assez faible pour que la variation de L soit négligeable. J'ai reconnu ainsi que le quotient $\frac{L}{T}$ était sensiblement constant et égal à 0,023, variant entre les limites extrêmes 0,021 et 0,026, et, de plus, qu'il était égal au quotient correspondant obtenu avec les chaleurs latentes de vaporisation (¹). On embrasse ainsi dans une même loi tous les phénomènes sans exeeption de vaporisation, transformation allotropique et dissociation, depuis $-200°$, point d'ébullition de l'oxygène, jusqu'à $+1000°$, point de dissociation de l'oxyde d'iridium (²).

(¹) Despretz, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXIV, p. 223; Pictet, *ibid.*, 5e série, t. IX, p. 180.

(²) Quelques expériences manquant de précision : vaporisation de l'oxygène, disso-

» Cette loi ne s'applique qu'aux systèmes rigoureusement comparables à celui qui a été considéré plus haut, c'est-à-dire possédant à une température donnée une tension déterminée. Cela exclut tous ceux dans lesquels un ou plusieurs des corps en réaction sont mêlés dans des proportions variables avec la température : ce qui est le cas de l'hydrate de chlore, de l'hydrure de potassium, de l'oxyde de cuivre fondu, de la dissolution des gaz, des mélanges des liquides, etc. ([1]).

» Cette loi expérimentale doit être rapprochée des lois analogues de Faraday et de Gay-Lussac qui établissent également des relations entre les équivalents chimiques des corps et quelques-unes de leurs propriétés physiques.

» On sait que l'énergie sous ses trois formes : travail, électricité, chaleur, peut être mise sous la forme d'un produit de deux facteurs :

» Énergie mécanique = pression × volume;

» Énergie électrique = force électromotrice × quantité d'électricité;

» Énergie calorifique = température absolue × $\frac{L}{T}$.

» De ces deux facteurs, le premier règle par ses variations le transport de l'énergie d'un corps à un autre ou sa transformation à l'état latent par suite de réactions chimiques; le second détermine par la grandeur de ses variations la quantité d'énergie ainsi transportée ou transformée. C'est au second de ces facteurs que s'appliquent les trois lois en question, mais avec un degré de précision différent. La loi de Faraday paraît être rigoureusement exacte; celle de Gay-Lussac l'est à 1 pour 100 près en plus ou en moins, et celle que j'ai énoncée l'est à 10 pour 100 en plus ou en moins. Son degré de précision est donc semblable à celui de la loi des chaleurs spécifiques de Dulong et Petit appliquée aux corps solides. »

---

ciation de l'hydrate de chaux, etc., donnent parfois des nombres qui sont un peu supérieurs aux limites ci-dessus indiquées et qui vont jusqu'à 0,030.

([1]) Il faudrait, dans ce cas, faire la comparaison à des températures où le produit des pressions, des condensations individuelles soit le même; je reviendrai ultérieurement sur cette question.

CHIMIE. — *Action de l'oxyde de plomb sur quelques chlorures dissous.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Berthelot.

« A la suite de l'étude que j'ai faite, il y a trois ans, de quelques oxychlorures métalliques (1), j'avais commencé à examiner l'action de certains oxydes sur les solutions des chlorures alcalino-terreux. On obtient ainsi, dans plusieurs cas, des corps basiques, de véritables oxychlorures; je vais maintenant en indiquer quelques-uns, en rappelant que M. H. Klinger a publié (2) une description sommaire de la combinaison obtenue en dissolvant l'oxyde de mercure dans le chlorure de calcium.

» 1. *Chlorure de calcium et litharge.* — Une solution concentrée de chlorure de calcium est portée à l'ébullition, pendant plusieurs heures et sans perdre d'eau, avec un excès de litharge.

» Le liquide filtré abondonne un précipité assez abondant.

» Celui-ci, lavé à l'alcool puis séché sur du papier, répond à la formule

$$CaCl, CaO, 2PbO, 4HO.$$

	Calculé.	Trouvé.
Cl....................	10,36	10,60
Ca....................	11,67	11,79
Pb....................	60,43	60,04

Bouilli avec de l'eau, ce composé jaunit.

» J'ai écrit ainsi la formule précédente, afin de montrer que cet oxychlorure complexe, abstraction faite de l'eau, possède la même formule que l'oxychlorure de calcium cristallisé dans lequel $2^{éq}$ de chaux seraient remplacés par $2^{éq}$ de PbO.

» L'eau mère des cristaux précédents, laquelle est un peu alcaline, versée dans un grand excès d'eau froide, donne un abondant précipité blanc amorphe, lequel, lavé et séché à 100°, possède la composition d'un oxychlorure de plomb PbCl, 3PbO, 3HO. J'ai décrit ailleurs (1) l'oxychlorure PbCl, PbO qui prend naissance quand on verse dans un grand excès d'eau une solution de litharge dans le sel ammoniac.

» 2. *Chlorure de baryum et litharge.* — On obtient, en chauffant une solu-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 66.

(2) *Berichte deutsch. chem. Gesells.*, XVI, p. 997.

tion saturée à froid de chlorure de baryum avec de la litharge, des étoiles formées de petites aiguilles très fines. On ne peut laver, même avec une très petite quantité d'eau, ces cristaux : ils ne laissent en effet que de l'oxychlorure de plomb. Séchés rapidement dans du papier, ils semblent constituer une combinaison de chlorure de baryum avec un oxychlorure de plomb. Mais la faible dose de BaCl qu'ils renferment ne me permet pas d'affirmer l'existence de ce composé.

» L'eau mère, comme dans le cas précédent, donne, avec un excès d'eau froide, un précipité d'oxychlorure de plomb de même formule que le précédent. Cette eau mère est assez fortement alcaline.

» 3. *Chlorure de strontium et litharge.* — En opérant comme pour le chlorure de calcium, on obtient de petits cristaux brillants, très nets, à peine colorés, qui, lavés à l'alcool et séchés sur du papier, ont pour formule SrCl, 2PbO, 5HO :

	Calculé.	Trouvé.
Cl	10,22	10,17
Sr	12,59	12,24
Pb	59,61	60,10

» Ici, le type de la formule de l'oxychlorure de strontium que j'ai antérieurement décrit, SrCl, SrO, 9HO, n'est plus conservé.

» L'eau mère donne, avec un excès d'eau, le même oxychlorure que précédemment, PbCl, 3PbO, 3HO; elle est aussi assez fortement alcaline.

» 4. *Chlorure de magnésium et litharge.* — Que la solution de chlorure de magnésium soit concentrée (saturée à froid) ou seulement étendue, elle dissout de la litharge; mais, par refroidissement du liquide filtré, il ne se dépose pas de cristaux : il se produit simplement un léger dépôt amorphe. Cette solution froide, versée dans un excès d'eau, ne donne lieu qu'à un trouble blanc peu abondant. Au contraire, avec la solution chaude et très concentrée, on obtient un précipité blanc d'oxychlorure de plomb de même formule que les précédents. Il faut laver longtemps sur filtre ce précipité amorphe; il retient, en effet, avec une grande facilité des doses variables de chlorure de magnésium.

» Je donnerai prochainement la suite de cette étude. »

---

(1) *Loc. cit.*, p. 109.

THERMOCHIMIE. — *Combinaisons du glycérinate de potasse avec les alcools monoatomiques*. Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« Le glycérinate de potasse a, comme celui de soude, la propriété de s'unir avec un équivalent d'un alcool monoatomique pour former des combinaisons cristallisées.

» I. *Glycérinate de potasse méthylique* : $C^6H^7KO^6, C^2H^4O^2$. — On l'obtient en ajoutant $1^{éq}$ de glycérine à $1^{éq}$ de méthylate de potasse (obtenu par dissolution du potassium dans l'alcool méthylique) dissous dans un excès d'alcool méthylique. La combinaison se précipite en paillettes cristallines incolores que l'on dessèche sur des plaques de porcelaine poreuse.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7KO^6, C^2H^4O^2$.
K	24,21	24,12
C	28,90	29,61
H	6,72	6,78

» Sa solubilité dans l'alcool méthylique est d'environ 400^{gr} par litre.

» Ce composé chauffé à 120° se transforme en $C^6H^7KO^6$. On arrive au même résultat en desséchant les cristaux sur de l'acide sulfurique concentré ou dans le vide à froid.

» La chaleur de dissolution de cette combinaison est de

$$-1^{Cal},48 \text{ pour } 1^{éq} (162^{gr},1) \text{ dans } 6^{lit} \text{ d'eau, à } +10°.$$

» Le mélange des trois dissolutions de glycérine, d'alcool et de potasse (chacune à $1^{éq} = 2^{lit}$), donne $+0^{Cal},57$.

» On en déduit :

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + KHO^2 \text{ sol.} + C^2H^4O^2 \text{ liq.}$$
$$= H^2O^2 \text{ sol.} + C^6H^7KO^6, C^2H^4O^2 \text{ sol.} \ldots\ldots + 19^{Cal},49$$
$$C^6H^7KO^6 \text{ sol.} + C^2H^4O^2 \text{ liq.} = C^6H^7KO^6, C^2H^4O^2 \text{ sol.} \ldots\ldots + 3^{Cal},65$$

La formation de la combinaison éthylique dégage de la chaleur :

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + C^2H^3KO^2 \text{ dissous dans } n\,C^2H^4O^2 \text{ liq.}$$
$$= C^6H^7KO^6, C^2H^4O^2 \text{ sol.} + n\,C^2H^4O^2 \text{ liq} \ldots\ldots + 2^{Cal},54$$

tandis que la formation de $C^6H^7KO^6$ serait endothermique :

$$C^6H^8O^6 \text{ liq.} + C^2H^3KO^2 \text{ dissous dans } n\,C^2H^4O^2 \text{ liq.}$$
$$= C^6H^7KO^6 \text{ sol.} + (n+1)\,C^2H^4O^2 \text{ liq} \ldots\ldots - 1^{Cal},22$$

et par suite impossible à froid.

» II. *Glycérinate de potasse éthylique* : $C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2$. — Je rappelle

seulement ici la chaleur de formation de ce corps que j'ai déjà décrit :

	Cal
$C^6H^8O^6$ liq. + HKO^2 sol. + $C^4H^6O^2$ liq.	
= H^2O^2 sol. + $C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2$ sol.	+ 18,53
$C^6H^7KO^6$ sol. + $C^4H^6O^2$ liq. = $C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2$ sol.	+ 2,69
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^4H^5KO^2$ dissous dans $nC^4H^6O^2$ liq.	
= $C^6H^7KO^6, C^4H^6O^2$ sol. + $nC^4H^6O^2$ liq.	+ 3,17
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^4H^5KO^2$ dissous dans $nC^4H^6O^2$ liq.	
= $C^6H^7KO^6$ sol. + $(n+1)C^4H^6O^2$ liq.	+ 0,46

» Sa solubilité dans l'alcool éthylique est de 187gr par litre.

» III. *Glycérinate de potasse propylique :* $C^6H^7KO^6, C^6H^8O^2$.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7KO^6, C^6H^8O^2$.
K	20,67	20,57
C	37,16	37,86
H	7,84	7,89

» Sa solubilité dans l'alcool propylique est de 158gr par litre.

» Sa chaleur de dissolution est

$-0^{Cal},67$ pour $1^{éq}$ (190gr,1) dans 6^{lit} d'eau.

» Le mélange des trois dissolutions de glycérine, d'alcool et de potasse donne $+0^{Cal},44$. D'où :

	Cal
$C^6H^8O^6$ liq. + KHO^2 sol. + $C^6H^8O^2$ liq.	
= H^2O^2 sol. + $C^6H^7KO^6, C^6H^8O^2$ sol.	+ 19,60
$C^6H^7KO^6$ sol. + $C^6H^8O^2$ liq. = $C^6H^7KO^6, C^6H^8O^2$ sol.	+ 3,76
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^6H^7KO^2$ dissous dans $nC^6H^8O^2$ liq.	
= $C^6H^7KO^6, C^6H^8O^2$ sol. + $nC^6H^8O^2$ liq.	+ 5,79
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^6H^7KO^2$ dissous dans $nC^6H^8O^2$ liq.	
= $C^6H^7KO^6$ sol. + $(n+1)C^6H^8O^2$ liq.	+ 1,89

» IV. *Glycérinate de potasse amylique :* $C^6H^7KO^6, C^{10}H^{12}O^2$.

Analyse.

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^7KO^6, C^{10}H^{12}O^2$.
K	17,74	17,93
C	43,96	44,01
H	8,39	8,71

» Sa solubilité dans l'alcool amylique est seulement de 40gr par litre; sa chaleur de dissolution,

$+1^{Cal},05$ pour $1^{éq}$ (218gr,1) dans 6^{lit} d'eau.

» Le mélange des trois dissolutions (glycérine, alcool amylique et po-

tasse) fournit $+ 0^{Cal},43$. D'où :

$C^6H^8O^6$ liq. + KHO^2 sol. + $C^{10}H^{12}O^2$ liq.	Cal
= H^2O^2 sol. + $C^6H^7KO^6, C^{10}H^{12}O^2$ sol	+ 17,62
$C^6H^7KO^6$ sol. + $C^{10}H^{12}O^2$ liq. = $C^6H^7KO^6, C^{10}H^{12}O^2$ sol............	+ 1,78
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^{10}H^{11}KO^2$ dissous dans $n\,C^{10}H^{12}O^2$ liq.	
= $C^6H^7KO^6, C^{10}H^{12}O^2$ sol. + $n\,C^{10}H^{12}O^2$ liq....................	+ 6,28
$C^6H^8O^6$ liq. + $C^{10}H^{11}KO^2$ dissous dans $n\,C^{10}H^{12}O^2$ liq.	
= $C^6H^7KO^6$ sol. + $(n+1)\,C^{10}H^{12}O^2$ liq	+ 4,47

» Ces deux derniers composés, chauffés entre 130° et 150° dans un courant d'hydrogène sec, se transforment en glycérinate de potasse $C^6H^7KO^6$.

» V. *Glycérinate de potasse isobutylique.* — L'action de la glycérine sur l'isobutylate de potasse donne du glycérinate de potasse $C^6H^7KO^6$ qui ne se combine pas à un équivalent d'alcool. En chauffant ce corps avec un grand excès d'alcool isobutylique, soit en vase ouvert à 110°, soit en vase clos à 140°, on n'obtient pas davantage de combinaison.

» Cette anomalie peut s'expliquer en partie au moyen des données thermiques. En effet, la réaction

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} C^6H^8O^6 \text{ liq.} + C^8H^9KO^2 \text{ dissous dans } n\,C^8H^{10}O^2 \text{ liq.} \\ \quad = C^6H^7KO^6 \text{sol.} + (n+1)\,C^8H^{10}O^2 \text{ liq.} \end{array} \right.$$

qui se produit, en réalité, dégage $+ 7^{Cal},28$, nombre bien supérieur à ceux que donnent les autres alcools (— 1,22, + 0,46, + 1,89, + 4,47). D'autre part, la réaction

$$(2)\quad \left\{ \begin{array}{l} C^6H^8O^6 \text{ liq.} + C^8H^9KO^2 \text{ dissous dans } n\,C^8H^{10}O^2 \text{ liq.} \\ \quad = C^6H^7KO^6, C^8H^{10}O^2 \text{sol.} + n\,C^8H^{10}O^2 \text{ liq.} \end{array} \right.$$

qui ne se produit pas, dégagerait $+ 10^{Cal},22 - x$, x étant la chaleur de dissolution de $C^6H^7KO^6, C^8H^{10}O^2$. Il suffit donc que x soit supérieur à $+ 2^{Cal},94$, ce qui n'a rien de contraire aux analogies, pour que la réaction (2) soit impossible.

» L'alcool isobutylique présente d'ailleurs d'autres anomalies de ce genre, qui tiennent sans doute à sa constitution spéciale.

» VI. Cette réserve faite, on voit que les alcools monoatomiques $C^{2n}H^{2n+2}O^2$ se combinent avec les glycérinates de soude ou de potasse pour former des composés $C^6H^7MO^6 + A$. M peut être K ou Na, A peut être $C^2H^4O^2$, $C^4H^6O^2$, $C^6H^8O^2$, $C^8H^{10}O^2$ ou $C^{10}H^{12}O^2$. Ces corps se préparent de la même manière et ont des propriétés très voisines.

» L'addition de cette molécule alcoolique est exothermique. Ce dégagement de chaleur va en décroissant, pour le même métal, à mesure que l'équivalent de l'alcool augmente; pour le même alcool, il décroît lorsque l'équivalent du métal augmente.

» La solubilité de ces composés dans l'alcool correspondant diminue lorsque l'équivalent devient plus grand.

» Ces combinaisons appartiennent à une série nombreuse de corps analogues aux hydrates; comme ces derniers, ils jouent un rôle important dans l'explication des phénomènes où les alcools entrent en réaction. »

CHIMIE. — *Sur le chlorure phosphoplatineux.* Note de M. **E. Pomey.**

« Le chlorure phosphoplatineux $PhCl^3PtCl^2$ a fait l'objet d'une étude spéciale et détaillée de M. Schützenberger, qui, en fixant la composition de ce corps, lui a assigné sa fonction chimique. Mis en présence de l'eau, il échange facilement le chlore uni au phosphore contre de l'hydroxyle et fournit ainsi un acide tribasique. Avec les alcools, on obtient une réaction toute semblable, qui donne l'éther correspondant de l'acide phosphoplatineux. C'est ainsi que M. Schützenberger a obtenu les phosphoplatinites de méthyle, d'éthyle, d'allyle et d'amyle.

» La réaction se fait également bien avec l'alcool propylique C^3H^8O. Le chlorure phosphoplatineux se dissout en grande quantité dans cet alcool, à la température ordinaire. Le mélange s'échauffe, et il se dégage de l'acide chlorhydrique. Une fois la réaction terminée, si l'on ajoute une forte proportion d'eau, il se précipite un corps cristallin jaunâtre, que l'on peut purifier par cristallisation dans l'alcool, et que l'on sèche finalement au-dessus de l'acide sulfurique et de la chaux.

» Le dosage du chlore et du platine a fourni les nombres suivants :

	Matière pour 100.
Chlore	15,14
Platine	41,70

ce qui conduit, pour l'éther propylphosphoplatineux, à la formule

$$Ph(C^3H^7O)^3, PtCl^2.$$

» Celle-ci exige, en effet,

	Matière pour 100.
Chlore	15,22
Platine	42,50

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison d'orthotoluidine et de bichlorure de cuivre*. Note de M. **E. Pomey**.

« J'ai décrit, dans une Note précédente, une combinaison du chlorhydrate de paratoluidine et du chlorure cuivrique. Il existe aussi une combinaison du bichlorure de cuivre avec le chlorhydrate d'orthotoluidine, mais sa formule n'est pas analogue à celle du corps précédent.

» L'orthotoluidine donne, comme la paratoluidine, un précipité amorphe, quand on lui ajoute une solution de bichlorure de cuivre. Mais si, au lieu de prendre l'orthotoluidine elle-même, on ajoute à celle-ci de l'acide chlorhydrique, qui se combine avec elle en manifestant un vif dégagement de chaleur, et que l'on ajoute immédiatement au liquide encore chaud une solution saturée de bichlorure de cuivre dans l'acide chlorhydrique, on obtient un précipité cristallin jaune-clair abondant. On filtre à la trompe, on comprime les cristaux, on les fait recristalliser dans l'acide chlorhydrique, et enfin on les sèche à une température inférieure à 100°, parce que, à 100°, ils éprouvent un commencement de décomposition. Ces cristaux sont très solubles dans l'eau.

» Le cuivre et le chlore sont complètement précipitables dans leur solution aqueuse, le premier par la potasse, le second par le nitrate d'argent, et ont pu être dosés par ces deux réactifs.

» Quant au dosage du carbone et de l'hydrogène, on a simplement brûlé la matière, mélangée avec de l'oxyde de cuivre, dans un courant d'oxygène, en disposant à la partie antérieure du tube à combustion une spirale de cuivre : celle-ci a suffi pour retenir complètement le chlore.

» On a ainsi obtenu les nombres suivants :

	Matière pour 100.
Cuivre	7,60
Chlore	29,33
Carbone	48,10
Hydrogène	6,02

» On est conduit par là à attribuer à ce corps la formule

$$CuCl^2, 5(C^7H^9Az, HCl),$$

qui exige

	Matière pour 100.
Cuivre....................	7,44
Chlore....................	29,14
Carbone..................	49,30
Hydrogène................	5,87

» Nous ferons remarquer la différence de composition qui existe entre ce corps et la combinaison de chlorure de cuivre et de paratoluidine, cette dernière ne contenant que deux molécules de chlorhydrate de paratoluidine pour une molécule de chlorure cuivrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorhydrate et le chloroplatinate de diisobutylamine et le chloroplatinate de triisobutylamine.* Note de M. **H. Malbot**, présentée par M. Friedel.

« Dans la première Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie sur les isobutylamines ([1]), j'annonçais que j'avais obtenu la triisobutylamine en quantité prépondérante.

» Pour démontrer l'existence de cette base, je vais la caractériser par son chloroplatinate et, pour mieux la différencier de la diisobutylamine, je décrirai également le chloroplatinate de celle-ci; mais, auparavant, j'exposerai l'étude du chlorhydrate de diisobutylamine.

» Je rappellerai d'abord que Wurtz ([2]), qui a obtenu le premier la mono-isobutylamine par la méthode des cyanates, a décrit le chlorhydrate, le chloroplatinate et le chloro-aurate de cette base; Reimer ([3]), qui a produit les trois isobutylamines par l'action du bromure isobutylique sur l'ammoniaque dissoute dans l'alcool, a caractérisé la triisobutylamine par son chloroplatinate, qui est un beau corps, dit-il, mais qu'il n'a point décrit. Il n'a caractérisé la diisobutylamine que par son point d'ébullition, qu'il a fixé à 120°-122°; mais il ne l'a pas analysée en nature ni à l'état de combinaison.

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 63; 1887.
([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XLII, p. 129; 1854.
([3]) *Deutsche chem. Geselschaft*, 1870.

» Le chlorhydrate et le chloroplatinate de diisobutylamine n'avaient pas, à ma connaissance, été produits jusqu'ici.

» *Chlorhydrate de diisobutylamine* $HCl, Az(C^4H^9)^2H$. — Le chlorhydrate de diisobutylamine s'obtient facilement à l'état de pureté, même avec un mélange de di- et de triisobutylamine. Il se présente en lames ou en paillettes, comme le chlorhydrate de mono-isobutylamine obtenu par Wurtz. La transparence et l'état d'agrégation de ces paillettes varient avec la nature du dissolvant, mais elles ont toujours l'*éclat gras*. Leur solubilité est relativement considérable dans l'eau et dans l'alcool; elle est faible dans l'alcool isobutylique, très faible dans l'éther.

» 1 partie de chlorhydrate de diisobutylamine se dissout :

	Parties.
A 15° dans eau	1,6
A 14° dans alcool ordinaire	1,8
A l'ébullition dans éther	620,0
A 15° dans éther	1350,0
A 15° dans mélange de 150cc d'éther pour 25cc d'alcool...	56,0

» Le chlorhydrate de diisobutylamine se sublime assez rapidement dès 240°. Maintenu pendant quelque temps à 262°, il fond partiellement et se sublime presque en entier; il noircit alors un peu et répand l'odeur nettement prononcée des isobutylamines.

» Porté brusquement à une température un peu supérieure à son point de fusion, il se liquéfie avec facilité et sans altération bien sensible.

» Je rendrai compte ultérieurement de l'action de la chaleur en présence de l'eau.

» J'ai analysé divers échantillons de chlorhydrate de diisobutylamine; j'ai toujours trouvé le même degré de pureté.

	Expériences.	Théorie.
Cl	21,45	21,48
Az	8,60	8,45
C^8	57,82	58,01
H^{20}	12,22	12,08
		100,02

» *Chloroplatinate de diisobutylamine* $PtCl^4, 2HClAz(C^4H^9)^2H$. — J'ai versé, dans une solution saturée de chlorhydrate de diisobutylamine pur, une solution concentrée de chlorure platinique. J'ai constaté un dégagement notable de chaleur, mais sans voir de précipité. Le lendemain, il s'était déposé de longs prismes *cannelés* rouge sombre. Ces prismes,

broyés et lavés dans l'éther, puis séchés à 110°, ont donné, à l'analyse, les résultats suivants :

	Expériences.	Théorie.
Pt...................	29,47	29,51
Cl^6...................	»	31,74
Az^2...................	4,17	4,17
C^{16}...................	28,50	28,61
H^{40}...................	6,11	5,96
		99,99

» *Chloroplatinate de triisobutylamine* $PtCl^4, 2HClAz(C^4H^9)^3$. — Reimer a fixé le point d'ébullition de la triisobutylamine à 177°-180°; Smidt et Sachleben, à 184°-185°.

» Cependant, c'est de 186° à 188° qu'a passé la portion principale des isobutylamines que j'ai obtenues, et elle renfermait une toute petite quantité de diisobutylamine. Je l'ai additionnée d'acide chlorhydrique fort. La combinaison s'effectue avec une difficulté telle qu'on ne croirait pas à la présence d'une base. L'acide tombe au fond. Il faut agiter vigoureusement pour établir un contact assez intime. Par des additions successives d'acide chlorhydrique, suivies d'agitations énergiques, la couche surnageante diminue peu à peu et finit par disparaître. La liqueur est alors concentrée au bain-marie jusqu'à *consistance sirupeuse,* puis reprise par un peu d'alcool. Elle est ensuite additionnée d'une quantité convenable de chlorure platinique en solution concentrée. Il se forme *aussitôt* un précipité très abondant de petits prismes orangés. L'eau mère, filtrée après vingt-quatre heures, laisse déposer lentement de gros cristaux à facettes très brillantes, à teinte de rubis.

» Les deux dépôts, broyés et lavés dans l'éther, puis séchés à 110°, ont fourni, à l'analyse, les mêmes résultats :

	Expériences.	Théorie.
Pt...................	25,27	25,28
Cl^6...................	»	27,20
Az...................	3,68	3,57
C^{24}...................	36,36	36,78
H^{56}...................	7,43	7,15
		99,98

» Les chloroplatinates de di- et de triisobutylamine se différencient nettement par la figure, le groupement, la couleur, l'éclat, le système cris-

tallographique, les modifications, le clivage, la solubilité, la déliquescence.

» La différence de *facies* est si marquée qu'il est facile de séparer à la main les cristaux qui se sont déposés d'une même liqueur.

» L'existence de la triisobutylamine se trouve donc ainsi établie par des preuves directes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide gluconique.* Note de M. L. **Boutroux**, présentée par M. Debray.

« M. Franz Volpert annonce ([1]), comme un résultat nouveau, qu'il a obtenu le gluconate d'ammoniaque cristallisé.

» J'ai décrit ce sel en 1880 (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 236) et j'en ai donné les mesures cristallographiques. Dans un Mémoire plus détaillé (*Annales de l'École Normale*, 2e série, t. X, p. 112), j'ai indiqué les procédés par lesquels la cristallisation a été obtenue. On la détermine facilement en ajoutant de l'alcool au sel dissous dans l'eau ; mais ce procédé ne produit que des cristaux microscopiques. Au contraire, la solution aqueuse, quand le sel est bien pur, abandonne des cristaux volumineux dont j'ai donné la figure et qui m'ont servi comme principal caractère distinctif de l'acide. Il est vrai que dans ce dernier Mémoire je ne donnais plus à l'acide le nom de *gluconique*, mais celui de *zymogluconique*. A cette époque, l'acide gluconique de Hlasiwetz et Habermann étant difficile à préparer, je n'avais pas pu faire une comparaison rigoureuse entre l'acide que j'obtenais par une fermentation du glucose et celui que produisait l'oxydation par le chlore. C'est pourquoi j'ai donné, provisoirement, le nom d'*acide zymogluconique* à celui que je décrivais.

» Grâce au procédé plus commode indiqué par MM. Kiliani et Kleemann pour la préparation de l'acide gluconique, j'ai pu, l'année dernière, préparer une quantité suffisante de ce dernier. C'est précisément au moyen du sel d'ammoniaque cristallisé que j'ai réalisé la comparaison différée.

» Pour obtenir ce sel cristallisé, je concentre la solution aqueuse, additionnée d'ammoniaque en excès, par évaporation à 80° dans une étuve. Le sel arrive ainsi à consistance sirupeuse sans cristalliser. J'en prélève quelques gouttes que j'abandonne dans un verre de montre. Du jour au len-

---

([1]) *Berichte der deuts. chem. Ges.*, t. XIX, p. 2621 (octobre 1886).

demain, elles cristallisent en aiguilles rayonnantes. Ces aiguilles, semées dans le sel sirupeux, en déterminent la cristallisation totale. Pour obtenir des cristaux mesurables, je dissous les masses cristallines confuses dans un peu plus de leur poids d'eau bouillante additionnée d'ammoniaque. Par refroidissement, la liqueur abandonne de petits cristaux bien formés. Les plus réguliers sont ensuite nourris dans l'eau mère décantée à froid.

» Pour la comparaison dont il s'agit, il n'est pas nécessaire d'employer des cristaux volumineux : il suffit de laisser tomber une goutte de solution concentrée bouillante sur une lame de verre et d'observer la cristallisation qui se produit par refroidissement avec un microscope muni d'un appareil goniométrique. On trouve des plaques minces, dérivées d'un prisme orthorhombique, aplaties suivant g^1 et terminées par des côtés qui sont des intersections de cette face g^1 avec les faces p, a^2, h^1. Les angles plans qu'on a sous les yeux sont donc les mesures des dièdres que forment entre elles ces différentes faces. Voici les valeurs trouvées, et à côté les valeurs des mêmes angles, extraites de mon Mémoire de 1880, relatives au sel désigné alors sous le nom de *zymogluconate d'ammoniaque*.

	Gluconate d'ammoniaque.	Zymo-gluconate.
pa^2	138°,40	138°,35
a^2h^1	131,75	131,65

» Il y a donc identité entre les deux sels, et, par suite, toutes les propriétés que j'ai décrites pour l'acide obtenu par fermentation appartiennent au véritable acide gluconique. Je rappellerai, en particulier, que, d'après ma dernière Note (*Comptes rendus*, t. CII, p. 924), l'acide gluconique peut être oxydé par un nouveau ferment, qui le change en acide oxygluconique.

» Au sujet de ce dernier acide, j'ai cherché s'il devait être assimilé à l'acide hexépique de M. Maumené. Mais, en oxydant le sucre de canne par l'acide azotique, suivant le procédé indiqué par ce savant ([1]), il m'a été impossible d'obtenir un autre acide à sel de chaux insoluble que les acides oxalique et saccharique. Je crois donc devoir conserver le nom d'*acide oxygluconique*, jusqu'à ce que j'aie pu avoir entre les mains l'acide signalé par M. Maumené et en constater l'identité avec celui que j'ai décrit. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1038.

CHIMIE. — *Sur les caractères des huiles d'olive.* Note de M. Albert Levallois, présentée par M. Schlœsing.

« Des études entreprises à la station agronomique de Nice sur les produits de différentes variétés d'oliviers du sud-est de la France et sur les modifications de la composition des olives, pendant la longue période (plus de sept mois) que dure la récolte dans les Alpes-Maritimes, ont mis à notre disposition une certaine quantité d'échantillons d'huiles préparés par nous-mêmes, au laboratoire, avec des olives bien différentes par leur maturité et leur origine. L'authenticité indiscutable et la diversité de ces échantillons nous ont engagé à aborder l'examen de quelques-unes de leurs propriétés, principalement de celles qui peuvent guider l'analyste. Les huiles ont été obtenues par l'écrasement des olives et la compression de la pâte, sans addition d'eau.

» *Intensité de la coloration.* — On l'a déterminée à l'aide du colorimètre Duboscq. Nous dirons seulement que l'huile d'une même variété a été trouvée, à la fin de la récolte, dix-sept fois moins colorée qu'au début.

» *Densité.* — La densité de toutes les huiles d'olive préparées à la station agronomique n'a varié que de 0,9167 à 0,9177, à la température de 15°; le plus élevé de ces chiffres a été fourni par l'huile de Blanquetier, variété dont les caractères semblent, en général, s'écarter de ceux des autres huiles d'olive. Les huiles d'une même variété, préparées à différentes époques, n'ont présenté que de très légers écarts. La constance dans la densité serait une caractéristique précieuse qui aiderait beaucoup à distinguer les huiles d'olive des autres huiles. Les plus importantes de ces dernières ont été examinées; on n'a pu les préparer au laboratoire, mais les conditions dans lesquelles nous nous les sommes procurées nous les font considérer comme pures. Or, tandis qu'une huile d'olive présentait une densité de 0,911 à 24°, on obtenait les chiffres suivants pour la densité de différentes huiles, à la même température :

Huile de sésame........	gr 0,917	Huile de colza..........	gr 0,910
Huile de coton.........	0,9165	Huile de caméline......	0,920
Huile d'arachide........	0,912	Huile de lin............	0,928
Huile d'œillette........	0,9205		

» La densité des huiles d'arachide et de colza est voisine de celle de l'huile d'olive; mais d'autres caractères les écartent tellement de cette dernière, qu'il est impossible de faire de confusion entre ces trois produits.

» *Action des réactifs Cailletet et Audoynaud.* — Le réactif Cailletet (acide azotique du commerce chargé de vapeur nitreuses) a donné avec les divers échantillons

d'huiles d'olive une coloration verte, mais cette coloration n'était pas toujours pure; l'huile de *Blanquetier*, notamment, a fourni un vert très chargé de jaune. La réaction indiquée par M. Audoynaud, action de l'acide azoto-sulfurique et de l'éther sur l'huile additionnée de bichromate de potasse, a, le plus souvent, donné une franche coloration verte; dans quelques cas, la teinte était mêlée de jaune. Une huile d'olive d'Arabanier, préparée le 3 avril, s'est colorée en jaune vert.

» *Action du brome.* — Les deux méthodes de détermination des acides gras non saturés par l'absorption du brome ou de l'iode par les huiles non saponifiées, méthodes appliquées récemment en Angleterre, ont fourni à leurs auteurs des résultats qui présentent des divergences et des anomalies considérables. Pour mesurer l'absorption du brome par les huiles, nous opérons de la manière suivante, qui est très rapide : 5^{gr} d'huile sont pesés dans un tube à essai d'environ 15^{cm} de longueur et de 15^{mm} de diamètre; on ajoute 10^{cc} d'une solution au cinquième de potasse dans l'alcool à 93°. Par l'agitation, l'huile se dissout; le tube est alors bouché imparfaitement et chauffé au bain-marie à la température nécessaire pour obtenir une légère ébullition de la solution. Au bout d'un quart d'heure, la saponification est terminée. Le volume du liquide est amené, avec de l'alcool, à 50^{cc} si l'on opère sur de l'huile d'olive. On prend 5^{cc} de cette solution alcoolique, que l'on met dans un tube pouvant être fermé par un bouchon de verre; on acidifie avec de l'acide chlorhydrique, puis, à l'aide d'une burette graduée, on verse dans le tube une solution aqueuse de brome aussi concentrée que possible. On agite fortement après chaque addition d'eau bromée, et l'on s'arrête lorsque le liquide a pris une légère teinte jaune persistante. La correction nécessaire pour obtenir une teinte nettement perceptible est d'environ $0^{cc},1$.

» L'action du brome sur les acides gras non saturés, ainsi mis en liberté, a été sensiblement constante dans les conditions que nous venons d'indiquer.

» Le titre de la solution de brome se prend avec 10^{cc} d'une solution à $\frac{1}{100}$ d'acide arsénieux dans l'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique. Il est nécessaire, lorsqu'on fait des séries de dosages, de prendre ce titre de temps en temps, car il va en s'affaiblissant.

» Cette méthode, appliquée à la mesure des acides gras non saturés contenus dans sept échantillons d'huile d'une même variété d'olives, préparés du 27 novembre 1885 au 4 juin 1886, ne nous a montré que des différences insignifiantes; le minimum d'absorption de brome a été, pour 1^{gr} d'huile, de $0^{gr},512$, et le maximum de $0^{gr},522$. L'étude comparative, au même point de vue, des huiles de différentes variétés d'olives des Alpes-Maritimes, du Var et de Vaucluse, nous a donné des absorptions variant de $0^{gr},500$ à $0^{gr},544$. Cette dernière quantité est due à l'huile de *Blanquetier*, qui se distingue encore, dans ce cas, des autres huiles d'olive.

» 1^{gr} d'huiles d'autres provenances a absorbé les quantités de brome indiquées ci-dessous :

Huile de coton........	$0^{gr},645$	Huile de colza.........	$0^{gr},640$
Huile de sésame........	0,695	Huile de caméline......	0,817
Huile d'arachide........	0,530	Huile de lin............	1,000
Huile d'œillette........	0,835		

» Sauf celui qui se rapporte à l'huile d'arachides, ces chiffres diffèrent notablement

de ceux qui ont été obtenus avec les huiles d'olive. Au cours de ces dosages, l'huile d'arachide ne peut être confondue avec l'huile d'olive, car la solution de son savon dans les 50^{cc} d'alcool se prend en masse presque instantanément à la température de 15°, tandis que la solution de savon préparé avec l'huile d'olive reste limpide.

» On peut conclure de ce qui précède que le caractère le plus constant des huiles d'olive qui ont été préparées au laboratoire, c'est la densité. L'absorption du brome par les acides gras de l'huile saponifiée, presque constante pour une même variété d'olives récoltées à des époques très différentes, présentant un écart d'environ $\frac{9}{100}$ pour les différentes variétés étudiées, peut être utilisée pour distinguer les huiles d'olive (au moins celles du sud-est de la France) des huiles de coton, de sésame, d'œillette, de colza, de caméline, de lin. L'huile d'arachide se reconnaît facilement à la solidification de son savon. »

ZOOLOGIE. — *Sur la pêche de la sardine.* Note de M. **Launette**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« A diverses reprises, j'ai cherché à mettre en évidence l'influence que la direction des vents dominants peut avoir sur l'apparition des sardines sur nos côtes, et, par conséquent, sur le rendement de la pêche ; j'ai montré que les détritus animaux provenant de la préparation des morues de Terre-Neuve, transportés à travers l'Océan et rapprochés ou éloignés de nos rivages par les vents qui déterminent les courants de surface, attirent et retiennent les sardines, et que, d'après l'étude de la direction des vents régnants, on peut savoir si la pêche de l'année sera abondante ou pauvre.

» Telles sont, en substance, les vues que j'avais émises dès 1876, sur la cause de l'apparition ou de l'absence de la sardine de notre littoral océanien ; ces vues se trouvent complètement justifiées aujourd'hui.

Comparaison.

		Sardines.
Vents favorables.	1878. Ouest-sud-ouest	1 919 302 829
	1879. Sud-ouest	1 811 184 089

» Donc, excellentes années de rapport.

Vents défavorables.	1880. Sud-sud-ouest	628 478 248
	1881. Sud-sud-ouest	372 940 031

» Or, les années 1884 et 1885, d'un rendement analogue, sont dues à des vents tout aussi funestes.

» Pour 1884, courbe sud-sud-ouest, avec la circonstance aggravante de vents de sud-est à la fin de mars. *Rendement :* 411819095 sardines.

» Pour 1885, courbe sud-sud-ouest, avec la circonstance aggravante de vents de tempête chiffrés : 7, nord-est, à l'observatoire, depuis le 7 jusqu'au 25 mars. *Rendement :* Non encore publié, mais notoirement insignifiant.

» Apprécions ce désastre pour la pêche et le commerce, en remarquant que dans les bonnes années de 1878 et de 1879, par exemple, Douarnenez pêchait à lui seul plus que la France entière, dans l'Océan et la mer Méditerranée, savoir :

Douarnenez :	1878	426974000	Chiffres officiels de la statistique des pêches.
	1879	505023000	

» Conclusion. — *La pêche de la morue de Terre-Neuve explique donc seule l'apparition assez récente de la sardine sur nos côtes de l'Océan.*

» Je donne, ci-après, des preuves historiques qui achèvent d'établir cette vérité et, comme preuve directe convaincante, je démontre l'existence des centres huileux provenant des détritus de morue eux-mêmes.

» Preuves historiques. — *La sardine n'est apparue sur les côtes de l'Océan qu'après l'établissement de la pêche à la morue de Terre-Neuve.*

» 1° En effet, je lis dans Aldovrande (*De piscibus liber quinque*, Bologne, 1613) :

« . . . . Argumento sumpto quod Galli qui ad Oceanum siti sunt nullum piscem sardinæ nomine agnoscant, *præter eum qui allunde sale asservatus a ieos* (pour ad) *perfertur*. Celerinus vero in Galliam tam sit popularis quam in Mediterraneo mari ipsa sardina ».

» Il est indiscutable : 1° que si les populations de l'Océan recevaient la sardine salée des ports de la Méditerranée (allunde sale asservatus), *elles ne la possédaient point dans leurs eaux;* 2° que tout texte ayant trait au commerce de la sardine sur les côtes de l'Océan ne peut évidemment viser que l'importation des sardines *salées*. Ce fait n'a pas été contredit.

» En second lieu, la pêche de la sardine se faisant dans la Méditerranée, comme aujourd'hui encore, sur les côtes de Portugal et d'Espagne, à l'aide de filets et de madragues, il est évident que l'ordonnance de 1681 n'a trait qu'aux côtes de l'Océan. Pour la première fois, il est question de *résure,*

sorte de rogue. Il y est dit : l'emploi de la *résure* de mauvaise qualité est défendue. Puis, l'ordonnance fixe les dimensions des mailles des filets.

» Bien que, par nécessité, on ait pu faire usage sur les côtes de l'Océan pour la pêche de la sardine, et très limitativement, de jeunes chevrettes, ou *gueldre*, l'importation de la rogue de morue de Norvège en France donne bien la date exacte du développement de la pêche de la sardine en branche d'industrie.

» Or, c'est en 1658, seulement, que le roi Frédéric III accorde à MM. Prében d'Ahu et à leurs associés le privilège d'exporter la rogue de morue dans le Nortland; il est daté d'Hafnia, le 2 juillet 1658. Il est dû à l'entremise de Fouquet, possesseur de Belle-Isle et contemporain à la fois du développement de nos pêches de Terre-Neuve et de la pêche à la sardine sur le littoral océanien.

» En troisième lieu, j'ai dit ailleurs que, les guerres de la République et de l'Empire ayant interrompu la pêche de la morue, la pêche de la sardine fut *complètement nulle dans les années qui suivirent la paix de* 1815 (1). Ce poisson, trompé dans son attente, avait désappris la route de nos côtes. J'en conclus : pas de détritus de morue, pas de sardines.

» Preuves de l'existence des détritus de morue sur nos cotes. — Je lis dans les *Recherches sur la pêche de la sardine*, Nantes, 1855, de M. Caillo jeune, négociant et armateur au Croisic, pages 14 et 15 :

« Enfin, il arrive aussi que, sans que l'on aperçoive le poisson, *sa présence est signalée* par un phénomène particulier que nos pêcheurs désignent sous le nom de *lardin* ou *grasseur*. (Le nom est significatif.)

» La mer, alors, a quelque chose d'*épais*, de *gras*, de *huileux*, et l'on remarque que, pour attirer dans ce cas la sardine au filet, il convient de se placer sur les flancs du *lardin*, *dont on la fait sortir par l'appât de la rogue.* »

» Quelle autre preuve pourrait-on désirer désormais que l'existence de ces centres de nourriture recherchés, habités par la sardine ?

» La présence de ces amas huileux, à l'odeur *fade* bien connue des pêcheurs, m'a été confirmée par plusieurs personnes, notamment par M. Beauvais, commis, durant dix années, de M. le Commissaire de l'inscription maritime au Croisic.

» L'arrivée, l'influence de ces débris de morue transformés chimiquement, après immersion, est désormais constatée et forme la preuve principale de la thèse que je soutiens depuis 1876. »

---

(1) Mémoire imprimé de Guillou à M. le Ministre de la Marine, 1873.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la formation du bois* rouge *dans le Sapin et l'Épicéa*. Note de M. ÉMILE MER, présentée par M. Duchartre.

« On rencontre dans le débit des Sapins, dont le bois est généralement blanc et assez tendre, des veines et même des zones parfois assez étendues qui se distinguent par une couleur orange et une grande dureté. Ce tissu est nommé bois *rouge* par les ouvriers. Au point de vue de la structure, il présente les caractères suivants :

» Les trachéides sont étroites et à contour circulaire. Leur membrane est épaisse et de couleur plus ou moins intense suivant la quantité d'eau qu'elle renferme (¹). Elles contiennent fréquemment des amas de résine en granulations jaunâtres. Les cellules des rayons ont aussi une paroi épaisse et colorée. Elles contiennent soit des blocs cuboïdes ou des globules de résine solide et ambrée, soit des grains amorphes, soit parfois des gouttelettes de résine liquide. Le bois rouge est donc caractérisé d'une manière générale par la lignification et la coloration de ses éléments, ainsi que par la résine déposée dans leur intérieur.

» Le bois rouge se forme dans des circonstances diverses et jusqu'ici mal définies. En voici quelques-unes :

» α. Lorsqu'un Sapin ou un Épicéa se développe sans entraves, soit isolé, soit en massif, sa moelle est généralement centrale; ses zones d'accroissement sont larges, assez régulières, formées surtout de bois *de printemps* blanc ou jaune pâle. Chacune est bordée extérieurement par une bande étroite de bois *d'automne*, dont la couleur varie du brun roux à l'orange. A partir d'un âge variable selon les conditions de milieu, le centre se transforme en bois rouge plus ou moins complètement. Les zones de printemps et d'automne se lignifient et se colorent, la première restant constituée par des éléments à paroi plus mince et plus pâle. La différenciation subsiste donc quoique affaiblie. Ainsi se dessine au sein de la masse ligneuse un cœur ou duramen dont les caractères sont en général très apparents,

---

(¹) Par suite de l'épaisseur des parois trachéidales, le bois rouge absorbe plus d'eau que le bois blanc. Il en perd aussi davantage par le séjour à l'air. Comme il acquiert une teinte d'autant plus vive qu'il est plus imbibé, il passe, à mesure qu'il se dessèche, par des nuances de plus en plus pâles. Il finit pour ce motif par être assez difficile à reconnaître. Parfois même, quand il est exposé à une dessiccation rapide, devant un feu ardent par exemple, il devient plus pâle que le bois blanc.

même à la simple vue, sur des sections fraîches et pratiquées à l'aide d'un instrument tranchant.

» β. Lorsque la croissance d'un Sapin ou d'un Épicéa est ralentie, la proportion de bois d'automne augmente, la zone de printemps n'étant parfois représentée que par quelques files d'éléments. La masse ligneuse est donc presque entièrement composée de bois rouge. Si les conditions deviennent ensuite meilleures, ses anneaux d'accroissement deviennent plus larges et le bois d'automne y diminue de proportion. Il existe alors un cœur formé de bois rouge et entouré d'aubier; mais ce cœur a une tout autre origine que dans le premier cas. Il n'est pas dû à une formation secondaire; il correspond seulement aux accroissements produits pendant la période de végétation ralentie. Ce cas est bien plus fréquent dans le Sapin que dans l'Épicéa.

» γ. Ces exemples montrent que le bois rouge se produit surtout quand la croissance est faible; mais il peut aussi être dû à l'activité de la végétation, *lorqu'elle se concentre sur des points déterminés,* comme quand les rameaux ou le tronc se développent inégalement. Les branches en offrent un exemple frappant. Leur moelle est excentrique dans le Sapin et l'Épicéa, comme dans les Conifères en général. Les couches ligneuses sont plus épaisses dans le bas où prédomine le bois rouge. Tantôt ce bois en occupe toute la partie inférieure, tantôt il n'y forme que des croissants concentriques de largeurs inégales. Parfois, circonscrivant la moelle, il existe aussi au côté supérieur de la branche, mais en moindres proportions. Il envahit toute l'épaisseur des couches annuelles ou bien on y distingue encore du bois de printemps toujours plus épais vers la face supérieure.

» δ. Quand une branche vigoureuse se redresse pour remplacer une cime brisée, au bout de quelques années elle est souvent envahie, sur une assez grande longueur à partir du tronc, par du bois rouge qui s'étend davantage sur la face primitivement inférieure.

» ε. Lorsque le tronc se développe inégalement, il y a aussi production abondante de bois rouge. Ici encore ce sont les couches d'accroissement les plus larges qui en sont le siège. C'est ce qu'on voit notamment là où s'est formée une courbure. Le côté convexe est occupé parfois entièrement par du bois rouge.

» ζ. De même, sur deux arbres très rapprochés, la ramure n'étant pas symétrique, le tronc s'accroît faiblement du côté où elle est peu développée, et fortement au contraire de l'autre côté. Or, du premier côté, on ne distingue sur une section transversale que des bandes très étroites de bois rouge,

tandis que du second côté les couches ligneuses en sont presque entièrement formées. Il n'est donc pas exact de dire que, dans les Conifères, la proportion de bois d'automne est d'autant plus grande que les couches annuelles sont plus minces, ni de regarder le bois rouge comme dû seulement à la croissance d'automne, puisque, dans des cas assez fréquents, il se forme pendant à peu près toute la durée de la végétation.

» Tous ces faits peuvent être expliqués de la manière suivante :

» Le bois rouge se forme quand il y a excès de matières nutritives sur un point, que les accroissements soient faibles ou très développés. Ainsi, dans de mauvaises conditions, la croissance d'un arbre est si lente, les éléments qu'il produit ont des dimensions si faibles que la réserve alimentaire n'est pas entièrement utilisée. Il en subsiste alors une certaine quantité qui se transforme en cellulose ou lignine et se dépose dans les parois de ces éléments. La lignification s'opère alors pendant leur formation même; mais dans d'autres circonstances elle ne s'effectue qu'assez longtemps après, notamment pour le développement du duramen pendant lequel elle envahit, outre le bois d'automne des couches centrales, tout ou partie du bois de printemps.

» Dans le cas d'accroissement inéquilatéral, bien que les zones soient très réduites d'un côté, il y arrive si peu de matières nutritives que les trachéides gardent là des parois minces; au contraire, le côté opposé est si abondamment nourri que, malgré la grande extension des accroissements, les éléments épaississent fortement leurs parois.

» Il semble que l'activité de la couche génératrice ne corresponde pas à la rapidité avec laquelle lui arrivent les matériaux nutritifs. Cette explication paraît confirmée par ce fait que, quand les accroissements sont très minces d'un côté, comme dans deux arbres qui se touchent presque, c'est généralement du bois rouge qui se forme de ce côté ainsi que de l'autre.

» Parfois, lorsque les Sapins ou les Épicéas ont perdu un lambeau d'écorce par suite d'un accident ou du gemmage, l'aubier devient rouge dans le voisinage de la plaie jusqu'à une certaine profondeur. Mais ce bois n'a de commun que l'aspect extérieur avec celui qui vient d'être décrit.

» En effet, ni ses trachéides ni ses cellules radiales n'épaississent leurs parois; elles ne se remplissent pas non plus de résine. La coloration de leur membrane est due à une altération *post mortem*. On doit attribuer à la même cause la formation du bois rouge dans les branches mortes du Sapin qui persistent sur l'arbre pendant de nombreuses années. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune de Vertébrés miocènes de la Grive-Saint-Alban (Isère).* Note de M. **Charles Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« On observe, dans les carrières de calcaire bajocien exploité auprès de la station de la Grive-Saint-Alban (Isère), des fentes verticales, à parois irrégulières, fermées en général à leur partie inférieure et remplies d'une argile rouge avec nombreux grains de minerai de fer pisolithique.

» Quelques-unes de ces poches contiennent d'abondants débris de Vertébrés terrestres, enfouis pêle-mêle au sein de l'argile, mais dont l'état parfait de conservation, joint à l'absence d'éléments détritiques parmi les matériaux de remplissage, ne permet pas de songer à un transport violent ni même quelque peu éloigné. Il me semble que l'on peut se représenter le plateau rocheux des environs de Bourgoin, pendant la première moitié du miocène moyen, comme une région marécageuse, fréquentée par de nombreuses espèces d'herbivores, venant y chercher une végétation herbeuse qui faisait peut-être défaut en d'autres points de la contrée. La présence du minerai de fer peut s'expliquer par des sources minérales, ou peut-être mieux par une simple précipitation chimique, analogue à celle qui produit le minerai de fer des marais actuels.

» Une riche série d'ossements fossiles de la Grive a été réunie au palais Saint-Pierre, à Lyon, par les recherches assidues du professeur Jourdan et de MM. Lortet et Chantre, les savants directeurs du Muséum de Lyon, qui ont bien voulu me confier l'étude détaillée de ces animaux. Les travaux déjà publiés par Jourdan et par MM. Filhol et Chantre ne nous avaient encore fait connaître qu'une faible partie de cette faune, dans laquelle j'ai pu distinguer quarante-cinq espèces de Vertébrés, parmi lesquels se trouvent trente-cinq Mammifères, quatre Oiseaux, cinq Reptiles et un Batracien.

» Les caractères tirés de l'ensemble de cette faune terrestre permettent de la classer avec une grande précision dans la première moitié du miocène moyen, c'est-à-dire dans l'étage *mayencien* ou *langhien*, qui a dû correspondre à une phase exclusivement continentale pour le bassin du Rhône, si l'on en juge par l'absence dans cette vallée de tout dépôt sédimentaire que l'on puisse rapporter à cet horizon.

» La faune de la Grive doit être rapprochée des faunes mayenciennes

du sud-ouest de la France, et notamment de la faune de Sansan (Gers), avec laquelle elle compte en commun quatorze espèces de Mammifères. Cependant l'état d'évolution d'un certain nombre de genres, tels que le *Pliopithecus*, le *Machairodus*, le *Myoxus*, le *Lagomys*, le *Cricetodon*, le *Dicrocerus*, les Antilopes, etc., me portent à penser que les animaux de la Grive correspondent à un horizon géologique un peu plus jeune que celui de Sansan, quoique extrêmement voisin de ce dernier : tels sont, par exemple, l'horizon de Simorre et surtout celui de Steinheim dans le Wurtemberg.

» Parmi les formes animales les plus intéressantes de la Grive, je citerai un Singe anthropoïde, le *Pliopithecus antiquus* de Sansan, dont une belle portion de mandibule a été recueillie par M. Chantre. Les molaires de ce Singe tendent à le rapprocher des Gibbons actuels, et, à cet égard, la race de la Grive est un peu plus semblable à ces derniers que la race de Sansan, par le raccourcissement du talon de sa dernière molaire. Si l'on en juge par la forme d'un premier métacarpien recueilli isolément à la Grive, les membres du Pliopithèque indiqueraient peut-être au contraire des affinités avec les Macaques actuels.

» Les Carnassiers ont été en grande partie décrits par M. Filhol; j'ai pu cependant ajouter à la liste de ces animaux l'*Amphicyon major* de Sansan, un *Hemicyon* de petite taille indiqué par une seule tuberculeuse supérieure, une Marte (*Mustela Filholi* n. sp.) se rapprochant de la Marte commune, enfin une Civette voisine de la *Viverra Steinheimensis* du Wurtemberg.

» Les Insectivores sont représentés par un Hérisson (*Erinaceus sansaniensis*) et par une Taupe (*Talpa telluris*) qui m'ont paru identiques aux espèces de Sansan.

» Les Rongeurs sont abondants en espèces et en individus ; j'ai reconnu un Écureuil (*Sciurus spermophilinus*, n. sp.) dont les molaires se rapprochent un peu de celles des Spermophiles; un Lérot (*Myoxus niteloides* n. sp.) voisin à la fois du *M. murinus* du miocène inférieur et du *M. nitela* vivant.

» La famille des Rats compte deux espèces du genre *Cricetodon*, proche parent du Hamster actuel. L'une est le *Cricetodon medium* de Sansan ; l'autre, plus grande (*Cricetodon Rhodanicum* n. sp.), forme un passage naturel vers le genre *Cricetus*, par suite du dédoublement du tubercule placé en avant de sa première molaire supérieure.

» La famille des Léporidés comprend un *Lagodus* (*L. Fontannesi* n. sp.), genre voisin du *Titanomys* du miocène inférieur, et deux espèces de *Lagomys* ou Lièvres à courtes oreilles ; l'une d'elles est identique au

L. verus Hensel d'Allemagne; l'autre, qui appartient à la section des *Prolagus*, ne diffère pas du *Lagomys* d'Œningen et de Sansan (*L. Meyeri*).

» Parmi les Proboscidiens, je me bornerai à citer le *Mastodon angustidens* et une race du *Dinotherium*, à laquelle Jourdan a donné le nom de *D. levius*.

» Les Pachydermes imparidigités sont représentés par l'*Anchitherium* et par deux espèces de Rhinocéros du Gers, les *Rhinoceros sansaniensis* et *brachypus*, les paridigités par le *Listriodon* et par un *Sus* à prémolaires fortes et élevées, très voisin au moins du *Chœropotamus Steinheimensis* du Wurtemberg.

» Les Ruminants comprennent deux Cervidés sans bois, appartenant au grand genre *Dremotherium* (*D. eminens* et *Flourensianum*), et à un Cerf à bois simplement bifurqué, le *Dicrocerus elegans* de Sansan. L'existence de la tribu des Tragules est certifiée par la découverte d'un astragale d'*Hyæmoschus*. Enfin, à la famille des Antilopes se rapportent d'abondants débris d'une espèce qui, par sa taille, par le degré d'aplatissement de ses chevilles de cornes et par la structure de ses molaires, réalise une transition remarquable entre les petits Antilopidés de Sansan et le Tragocère du miocène supérieur. J'ai donné à cette phase de l'évolution des Antilopes le nom de *Protragocerus* (*Prot. Chantrei* n. gen. et n. sp.).

» Dans la classe des Oiseaux, je signalerai deux Faisans, le *Phasianus altus* Alph. M.-Edw. de Sansan, et un autre de la taille du *Ph. medius;* un *Palæortyx*, genre voisin des Colins et des Perdrix, d'espèce plus forte (*P. Edwarsi* n. sp.) que ses congénères de l'Allier, enfin des débris d'oiseaux du genre Pic (*Picus Gaudryi*) et de Rapaces.

» Les Chéloniens étaient représentés par une *Testudo* semblable à la *Testudo antiqua* du miocène allemand, et par des débris d'*Emys*, peut-être de plusieurs espèces.

» Toutes ces espèces seront décrites et figurées prochainement dans les *Archives du Muséum de Lyon*. »

MINÉRALOGIE. — *Expériences synthétiques sur l'abrasion des roches.* Note de M. J. **Thoulet**, présentée par M. Daubrée.

« Nous désignons, avec les auteurs anglais, sous le nom d'*abrasion*, le mode spécial d'usure produit sur une roche par le choc de grains de sable violemment chassés par le vent.

» Les expériences avaient pour but de rechercher les lois qui président

à l'abrasion et de mesurer la puissance du phénomène sur différents corps, roches ou métaux. Elles ont été exécutées dans un appareil particulier, sorte de boîte où la roche à étudier, taillée en plaque, était soumise à l'action d'un jet de sable à grains, de nature et de grosseur connues, sous une pression déterminée; on pesait le sable insufflé et l'on mesurait l'abrasion par la perte en poids éprouvée par la plaque.

» Les résultats obtenus ont été les suivants :

» 1. L'abrasion est directement proportionnelle à la quantité de poudre produisant cette abrasion.

» 2. Une roche résiste mieux à l'abrasion quand elle est polie que lorsqu'elle est dépolie.

» 3. Jusqu'à une certaine limite, l'abrasion augmente proportionnellement à la distance qui sépare la plaque usée de l'ouverture par laquelle arrive le jet de sable; mais après cette limite, qui est atteinte d'autant plus rapidement que la pression est moindre, l'accroissement de l'abrasion devient nul et nécessairement même ensuite négatif. Cette loi, sans application dans la nature, peut être utile à connaître dans l'industrie.

» 4. Une poussière dont les grains, ayant déjà produit une abrasion sur une roche, sont arrondis, use désormais moins que lorsque ces grains n'ont pas encore servi et ont conservé l'irrégularité de leur surface.

» 5. L'action abrasante d'une poudre est d'autant plus puissante que les grains qui constituent celle-ci ont des dimensions plus considérables; cependant, l'influence exercée par la dimension des grains est en elle-même assez faible.

» 6. Le calcaire pulvérulent ne produit aucune abrasion sur les roches quartzeuses; calcaire contre calcaire ou quartz contre quartz donnent lieu à la même abrasion. L'effet maximum a été produit par une poussière de quartz choquant une roche calcaire.

» 7. L'abrasion est directement proportionnelle à la pression du vent chassant la poudre abrasante.

» 8. L'abrasion est d'autant plus énergique que la roche sur laquelle elle s'exerce est plus près d'être perpendiculaire à la direction du sable qui la frappe, et elle diminue très rapidement d'intensité aussitôt que l'inclinaison devient inférieure à 60°.

» 9. Pour tout corps solide, il est possible de représenter par un chiffre la valeur absolue de la résistance qu'il oppose à l'abrasion, en prenant pour unité la résistance opposée dans les mêmes conditions par une plaque de quartz taillée perpendiculairement à l'axe.

» 10. Dans les cristaux, l'abrasion, comme toutes les autres propriétés physiques, suit les lois de la symétrie cristalline.

» 11. A dureté égale, les roches homogènes ou hétérogènes à éléments très petits résistent mieux à l'abrasion que les roches constituées par des éléments plus gros et de nature plus différente.

» 12. Une roche s'abrase plus quand elle est humide que lorsqu'elle est sèche, et d'autant plus qu'elle est susceptible d'absorber par porosité une plus grande quantité d'eau. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gisements et l'âge de la bauxite dans le sud-est de la France*. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Hébert.

« M. le professeur Collot, dans une Note récente (séance du 10 janvier 1887), a exposé ses recherches et ses vues sur la bauxite du sud-est de la France; d'après ce savant, la bauxite appartiendrait normalement, dans la série des terrains, à l'âge de l'aptien et à celui du gault. Cette question de l'âge de la bauxite a préoccupé depuis longtemps les géologues provençaux; ainsi Coquand place cette roche parmi les couches lacustres qui terminent le crétacé dans le sud-est, et Dieulafait admet plusieurs niveaux de bauxite. Ayant été amené à étudier ce problème en me livrant à des recherches sur la faune des terrains à lignites de Fuveau et des couches lacustres qui les surmontent, recherches faites sur les conseils de M. le professeur Marion, je ne puis, malgré la grande compétence de M. Collot pour tout ce qui touche à la géologie provençale, faire concorder les conclusions auxquelles il est parvenu avec les faits que j'ai observés.

» Sans revenir ici sur la plupart des considérations que j'ai publiées en détail dans un Mémoire récent (*Annales des Sciences géologiques*, 1885), je rappellerai les principales particularités des gisements de bauxite, en m'appuyant sur de nouvelles études. Cette roche s'offre, en Provence, sous deux aspects : tantôt elle forme des bancs continus, d'une grande amplitude en surface, d'une épaisseur à peu près constante dans toute leur étendue; tantôt elle constitue des rognons isolés, d'une faible longueur, d'une épaisseur toujours minime et variable suivant les points considérés.

» Dans le premier aspect, on doit distinguer deux cas :

» 1° La bauxite alterne avec des couches calcaires ou marneuses plongeant en concordance, et sans qu'il existe aucun indice d'interruption dans la série des terrains (vallée de l'Arc, au sud de Coudoux, dans les Bouches-

du-Rhône). En ce cas, la bauxite est située entre les assises à lignites (dites de Fuveau) et le terrain lacustre à *Lychnus* (danien) qui les surmonte.

» 2° La bauxite est encore surmontée par les couches à *Lychnus*, mais repose sur un terrain placé dans la série plus bas que le sénonien. De plus, tandis que la couche lacustre qui surmonte la bauxite est toujours la même partout où l'on suit le contact sur une certaine étendue, le plan des couches de support est plus ou moins oblique à celui de la bauxite, de sorte que ces couches se mettent les unes après les autres en relation avec cette roche. Dans les alpines, on voit très nettement ces deux faits; la bauxite y repose sur le néocomien moyen et le néocomien supérieur.

» Le deuxième aspect se montre assez fréquemment, et chaque fois avec des particularités diverses; pourtant, en règle générale, la bauxite n'est jamais intercalée ni entre les assises d'un même terrain, ni entre deux terrains successifs, mais toujours entre deux terrains qui ne se suivent pas dans la série et sont situés au-dessous du sénonien supérieur. Ainsi, à Allauch (Bouches-du-Rhône), elle est placée entre le néocomien et les couches à *Hippurites organisans;* dans les collines de l'Étoile (Bouches-du-Rhône) entre l'infra-lias et l'aptien; au Revest (Var), entre le néocomien et le cénomanien, etc. En outre, il arrive assez souvent que l'on rencontre, à quelques kilomètres de ces gisements et entre les deux terrains qui butaient l'un contre l'autre, la série complémentaire des terrains qui manquait, mais alors on ne trouve plus de bauxite.

» Pour moi, après avoir bien étudié les rapports des terrains dissemblables en contact, je me suis convaincu que ces terrains butent par faille, que l'interruption constatée ne provient pas d'une lacune sédimentaire, mais bien d'une cassure suivie de dénivellation. La bauxite est renfermée dans ces cassures, et, parfois (Allauch), elle y est accompagnée de calcaires en plaquettes renfermant des fossiles du terrain à lignites de Fuveau.

» La bauxite en rognons rappelle tout à fait, par ses caractères lithologiques, la bauxite en bancs continus du premier aspect; elle lui est identique, et ce n'est pas dépasser les bornes de la vraisemblance que de lui accorder la même origine. Il peut sembler probable, en effet, étant donnée la situation si curieuse de la bauxite entre deux lèvres de faille, que des lambeaux de cette roche aient dû être pris parfois dans les cassures, accompagnés dans certains cas par des fragments des couches qui l'accompagnent. Ils ont été ainsi préservés des érosions et se sont conservés.

» La présence, à Allauch, de fossiles du terrain à lignites, et la parfaite

ressemblance de la bauxite en rognons et de la bauxite en bancs, me portent à rapprocher la première de la seconde; or la situation de celle-ci, dans la série des terrains, est indiquée par les coupes de la vallée inférieure de l'Arc et des Alpines; la bauxite est située entre les couches à lignites de Fuveau (sénonien supérieur) et les couches à *Lychnus* (danien).

» Dès lors, la conclusion suivante est acceptable :

» *Il n'existe dans le sud-est de la France qu'un seul niveau de bauxite; ce niveau appartient à la série lacustre qui termine le crétacé dans cette région, est placé entre les assises à lignites et le terrain à* Lychnus, *et, sans rien préjuger sur l'origine première de cette roche, on peut admettre qu'elle s'est déposée au fond du lac qui s'étendait alors dans la Provence et le Languedoc.*

» Je n'ai étudié, dans cette Note, que la bauxite véritable, dont les caractères sont constants. Il existe en effet, dans les terrains crétacés marins, quelques bancs à nodules d'oligiste, auxquels Dieulafait a attribué la même origine qu'à la bauxite (et cette opinion paraît répondre à la réalité des faits); mais ces gisements n'ont, avec la bauxite, aucune ressemblance lithologique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la distribution de la nébulosité moyenne à la surface du globe.* Note de M. **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

« La distribution de la nébulosité n'a pas été l'objet jusqu'à présent d'un travail d'ensemble analogue à ceux qui ont été faits sur les autres éléments météorologiques, tels que la température, la pression et les vents. On possédait seulement une Carte de détail due à M. Renou, qui a donné le premier, en 1879, un tracé des lignes d'égale nébulosité ou *isonèphes* moyennes annuelles sur l'Europe. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Cartes générales, étendues à toute la surface du globe.

» Ces Cartes indiquent la distribution moyenne de la nébulosité dans chaque mois et dans l'année. Elles sont basées sur les observations faites en 700 stations, dont 56 situées dans les îles au large, et sur un grand nombre d'observations maritimes déjà publiées, auxquelles il faut ajouter 112000 séries que nous avons dépouillées au Bureau central météorologique.

Bien que la nébulosité soit notée à l'estime de 0 à 10 (0 représentant le ciel pur et 10 le ciel entièrement couvert) et puisse paraître d'une appré-

ciation difficile, avec un peu d'habitude, on arrive cependant à l'observer assez exactement.

» C'est ainsi que la différence moyenne entre les observations faites aux stations voisines dans une même région est ordinairement inférieure à une unité de l'échelle adoptée. — On peut donc admettre que les courbes basées sur les observations de la nébulosité représentent assez bien la distribution relative de cet élément dans les différentes régions du globe et indiquent la proportion du ciel occupée par les nuages. On peut le vérifier en outre par la comparaison des valeurs estimées avec les résultats de l'héliographe de Campbell, qui donne la durée réelle de l'insolation.

» La répartition de la nébulosité dans son ensemble conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Dans tous les mois de l'année, il y a une tendance bien marquée de la nébulosité à se répartir par zones parallèles à l'équateur.

» 2° Quand on dégage le phénomène des perturbations qui le compliquent, on voit qu'il existe un maximum de nébulosité près de l'équateur, deux bandes de faible nébulosité de 15° à 35° de latitude nord et sud; deux zones de ciel plus couvert de 45° à 60°. Au delà (autant qu'on en peut juger par ce qui se passe dans l'hémisphère nord), le ciel paraît s'éclaircir vers les pôles.

» 3° Ces zones ont une tendance bien marquée à suivre la marche du Soleil en déclinaison; elles se déplacent vers le nord au printemps et vers le sud à l'automne.

» Un simple examen des Cartes permet d'énoncer ces caractères généraux.

» On les retrouve aussi sur le Tableau suivant, dans lequel on a porté la valeur de la nébulosité moyenne du globe calculée de 5° en 5° de latitude pour différents mois caractéristiques :

Nébulosité moyenne.

Degrés de latitude.	Hémisphère nord.				Hémisphère sud.			
	Janvier.	Avril.	Juillet.	Octobre.	Janvier.	Avril.	Juillet.	Octobre.
70........	5,5	5,6	5,9	6,8	»	»	»	»
65........	5,6	5,4	6,1	6,7	»	»	»	»
60........	6,2*	5,7	6,2*	6,8*	7,0	7,0	7,0	7,0
55........	5,9	5,9*	6,1	6,7	7,0	6,9	6,7	7,0
50........	5,7	5,7	5,7	6,1	7,0	6,5	6,2	7,0
45........	5,2	5,2	5,0	5,3	6,0	5,8	5,4	6,0
40........	5,0	4,9	4,4	4.8	5,3	5,5	5,6	5,6

Degrés de latitude.	Hémisphère nord.				Hémisphère sud.			
	Janvier.	Avril.	Juillet.	Octobre.	Janvier.	Avril.	Juillet.	Octobre.
35........	4,6	4,6	4,1*	4,3	4,8	5,0	5,2	5,1
30........	4,4	4,2	4,2	4,0	4,7*	4,7	4,7	4,8
25........	3,7	4,0	4,5	3,7*	4,8	4,7*	4,6	4,7*
20........	3,7*	3,8*	5,0	4,1	5,1	4,8	4,3*	4,8
15........	4,0	*3,9	5,3	4,8	5,3	5,1	4,8	5,1
10........	4,5	4,5	5,9	5,3	5,8*	5,8*	5,1	5,5
5........	5,0	5,2	5,9*	5,6	5,6	5,5	5,7	5,8*
0........	5,0	5,6	5,8	5,6	»	»	»	»

» 4° Si l'on compare les Cartes d'isonèphes avec celles qui indiquent la répartition des pressions et des vents, on est frappé de ce fait que les zones à ciel clair correspondent à la région des hautes pressions qui s'étendent de chaque côté de l'équateur et donnent naissance, d'une part, aux alizés, d'autre part, aux vents d'ouest qui dominent vers les régions tempérées des deux hémisphères. Les zones à ciel plus couvert s'étendent au-dessus des régions de basses pressions, c'est-à-dire près de l'équateur, d'une part, et près du 60e degré de latitude nord et sud.

» L'étude des vents montre que l'air, à la surface du sol, diverge des bandes de hautes pressions situées au delà des tropiques et afflue vers les parages de l'équateur et vers les faibles pressions situées près du 60e degré dans les deux hémisphères.

» On est conduit à en conclure que les vents près des centres de divergence ont une composante descendante et, dans les régions où ils affluent, une composante ascendante. Par suite, toutes choses égales d'ailleurs, la nébulosité est faible là où le vent a une composante verticale dirigée de haut en bas, et forte quand le vent a une composante dirigée de bas en haut.

» On comprend, en effet, qu'une masse d'air qui s'élève par suite de la disposition des surfaces d'égale pression dans l'atmosphère se refroidit en se dilatant, et qu'ainsi la condensation de la vapeur d'eau tend à s'y produire. Le contraire a lieu, en général, pour une masse d'air descendante.

» La répartition de la nébulosité est ainsi, dans son ensemble, une conséquence directe de la marche des vents, et est réglée par la distribution des pressions.

» Ces mêmes phénomènes se retrouvent probablement, dans leurs traits essentiels, sur les planètes qui possèdent une atmosphère; les bandes de ciel clair et de ciel couvert qui existent sur la terre doivent correspondre aux bandes du même genre que l'on constate sur diverses planètes.

» La distribution de la nébulosité ne se fait pas sur le globe avec une régularité complète, et les zones, quoique très visibles, subissent elles-mêmes, comme la pression barométrique, l'influence de diverses causes perturbatrices, parmi lesquelles la répartition inégale des continents et des océans est la plus importante. Je me propose, dans une autre Note, d'examiner la nature et les effets de ces perturbations. »

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note relative à l'emploi des lentilles aplanétiques et des miroirs dans la Photographie céleste.

L'auteur étudie comparativement la puissance photochimique des lentilles et celle des miroirs, et donne quelques nouveaux développements sur la méthode de pose secondaire automatique par la phosphorescence, ayant pour but de réduire le temps de pose pour la photographie des étoiles. Il dit arriver ainsi, pour les étoiles de 16e grandeur, à un temps de pose de dix minutes au plus, au lieu de quatre-vingts minutes, tout en faisant usage de lentilles et de miroirs ne dépassant pas 4 à 8 pouces d'ouverture.

M. Compagnon annonce qu'il avait imaginé et mis en pratique, dès 1882, un batteur de mesure, permettant de transmettre la mesure à distance.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 janvier 1887.

Table des positions géographiques des principaux lieux du globe; par MM. Daussy, Darondeau et de la Roche-Poncié, continuée par le Vice-Amiral Cloué. Paris, Gauthier-Villars, 1886; br. in-8°.

Études sur les circonvolutions frontales de trois cerveaux d'assassins suppliciés; par M. le Dr Bouchard. Bordeaux, A. Bellier et Cie; br. in-8°.

Contribution à l'étude des conditions dans lesquelles se produisent la commo-

tion et la contusion cérébrales; par le Dr PIERRE SUDRE. Bordeaux, A. Bellier et Cie, 1886; br. in-8°.

Traité d'Anatomie comparée pratique; par le Professeur CARL VOGT, Directeur, et ÉMILE YUNG; 9e livraison. Paris, C. Reinwald.

Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme; par MM. CARTAILHAC et CHANTRE; 3e série, T. III, 1886. Paris, C. Reinwald.

Sur la constitution du chlorure de chaux; par EDMOND DREYFUS. Paris, Paul Dupont, 1884; br. in-8°.

La trière athénienne. Étude d'archéologie navale; par A. CARTAULT. Paris, Ernest Thorin, 1881; gr. in-8°. (Renvoi au concours du prix fondé par l'Amiral Pâris.)

De quelques représentations de navires empruntées à des vases primitifs provenant d'Athènes; par A. CARTAULT. Paris, Georges Chamerot, 1886; in-4°. (Renvoi au concours du prix fondé par l'Amiral Pâris).

Nouvel Atlas céleste; par RICHARD-A. PROCTOR; traduit de l'anglais sur la 6e édition par PHILIPPE GÉRIGNY. Paris, Gauthier-Villars, 1886; in-8°.

Essai comparatif sur les organes copulateurs et leurs annexes dans les genres Helix *et* Zonites; *par* GEORGES DUTILLEUL. Paris, Octave Doin, 1886; br. in-8°.

L'Art médical. Journal de médecine générale et de médecine pratique, fondé par JEAN-PAUL TESSIER; 33e année, T. LXIV. Paris, 1887.

Historia dos estabelecimentos scientificos, litterarios e artisticos de Portugal nos successivos reinados da monarchia; por JOSÉ-SILVESTRE RIBEIRO; Tomo XIV. Lisboa, typographia da Academia real das Sciencias, 1885; in-8°.

Annuario bibliografico de la República Arjentina; año VII, 1885. Buenos Aires, 1886; pet. in-8°.

Smithsonian miscellaneous Collections, — 490 — *additions and corrections to the list of foreign correspondents, to january* 1883. Washington, Smithsonian Institution, 1883. (Deux exemplaires.)

Researches upon the venoms of poisonous serpents; by S. WEIR MITCHELL and EDWARD I. REICHERT. Washington city, published by the Smithsonian Institution, 1886; in-4°.

Die Diphtheritis-Heilmethode; von Dr GEORG FRIEDRICH WACHSMUTH, illustrirt durch die *Statistik der Diphtherie für Berlin.* Berlin, 1886; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 FÉVRIER 1887.

Annales de l'Institut Pasteur, publiées par M. DUCLAUX; n° 1, 25 janvier 1887. Paris, G. Masson; br. in-8°.

Recherches sur les propriétés physiologiques du maltose; par Em. Bourquelot. Paris, Félix Alcan, 1886; br. in-8°.

Recherches sur la fermentation alcoolique d'un mélange de deux sucres; par Em. Bourquelot. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. IX, octobre 1886); br. in-8°.

Étude sur la distribution moyenne de la nébulosité à la surface du globe, d'après les premières cartes d'isonèphes; par M. Léon Teisserenc de Bort; br. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Annuaire de la Société météorologique de France; 33e année, 1885; novembre-décembre. Paris, Gauthier-Villars; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Rapport du Comité météorologique international. Réunion de Paris, 1885. Paris, Gauthier-Villars, 1887; br. in-8°.

Développements de géométrie du navire avec applications aux calculs de stabilité des navires; par MM. E. Guyou et G. Simart. Manuscrit. Deux cahiers in-4° (texte et tables).

Recuit et affinage du fer, de l'acier et de la fonte dans un milieu réducteur; par Lencauchez. Paris; br. autographiée, in-4°.

Illustrationes floræ insularum maris Pacifici, auctore E. Drake del Castillo; fasc. 2, tabulæ XI-XX. Parisiis, venit apud G. Masson, 1886; br. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Acta mathematica. Journal rédigé par G. Mittag-Leffler. Stockholm, Beijer, 1886; 2 br. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Bibliotheca mathematica, rédigée par Gustaf Eneström. Stockholm, Beijer, 1884-1885-1886; 3 br. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Sur l'instabilité de l'équilibre de la couche superficielle d'un liquide; par G. Van der Mensbrugghe; Ire et IIe Partie. Bruxelles, F. Hayez, 1886; 2 br. in-8°.

Annales de la Société Linnéenne de Bordeaux, Vol. XXXIX, 4e série, t. IX. Bordeaux, J. Durand, 1885; vol. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par F. Folie; 1 vol. in-12.

Compte rendu des Observations ornithologiques faites en Belgique pendant l'année 1885. (Extrait du *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle.*)

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; Vol. XXII, disp. 1a, 1886-1887. Torino, E. Loescher; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 FÉVRIER 1887.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les trombes marines et les récentes expériences de M.* Ch. Weyher. Note de M. Faye.

« La Note de M. Weyher, insérée dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, me paraît très digne d'attention. Les expériences de l'auteur sur l'aspiration qu'exerce un ventilateur animé d'une rotation rapide sont d'autant plus curieuses et utiles qu'elles portent sur des phénomènes peu étudiés jusqu'ici. Elles ont d'ailleurs eu pour témoins quelques-uns de nos savants Confrères.

» Mais, en ce qui concerne l'interprétation et le nom de *trombe marine* donnés au résultat d'une de ces expériences, je dois faire quelques réserves. Il me paraît évident que l'auteur n'a pas produit une véritable trombe, mais seulement le mouvement rotatoire d'une masse d'air sans limites définies, avec aspiration vers l'axe du ventilateur. Une trombe, au contraire, marine ou terrestre, ce qui revient au même, est caractérisée par un tube

cylindro-conique, d'une netteté parfaite, descendant des nues jusqu'au sol ou à la surface des eaux sans y exercer d'aspiration sensible. Les spires aériennes s'y propagent de haut en bas sous une forme géométrique; elles n'ont pas l'allure d'une rotation ordinaire, car leur mouvement, faible vers les bords de l'entonnoir, s'accélère prodigieusement à mesure que les spires se rétrécissent. Enfin, l'air extérieur qu'elles traversent avec une vitesse de translation horizontale considérable, ne semble affecté, sauf au ras du sol, que par la condensation de la vapeur qu'il contient et qui forme la gaine nébuleuse.

» Il est assurément curieux de voir l'aspiration d'un ventilateur produire, à la surface de l'eau d'un réservoir placé à 3^m au-dessous, des rides convergentes de manière à élever au centre une légère saillie conique de $0^m,1$ de hauteur, ou bien entraîner de fines gouttes d'eau, des pailles, etc., dans l'axe de l'aspiration (¹); mais cela n'a rien de commun avec les trombes qui, au contraire, affouillent la surface de l'eau et chassent violemment cette eau dans tous les sens, sauf celui qui pourrait figurer une aspiration.

» Je sais bien qu'on rencontre des météorologistes qui croient, encore aujourd'hui, que les trombes jouent précisément le rôle d'une machine aspirante assez semblable au ventilateur de M. Weyher, et qu'en passant rapidement sur une rivière, un lac ou la mer, elles enlèvent l'eau en la pompant. Ils trouvent même tout naturel que ces légères spires aériennes communiquent instantanément leur vitesse de translation horizontale à ces masses énormes qu'elles auraient pompées jusqu'aux nues. Mais j'espère que les personnes qui voudront bien lire sans parti pris la Notice que le Bureau des Longitudes m'a permis de publier l'an passé dans son *Annuaire* pour 1886 (²) se feront une idée plus juste de ces phénomènes. Cette Notice a été écrite à l'occasion d'une discussion que notre savant Confrère M. Mascart avait bien voulu entamer avec moi devant l'Académie. Après l'échange de quelques répliques, je reconnus que, pour arriver à une démonstration sérieuse, l'arène qui nous était concédée à l'Académie et dans nos *Comptes rendus* serait insuffisante. La seule manière de faire aboutir cette discussion aux yeux de ceux qui voulaient bien s'y intéresser,

(¹) Une expérience plus ou moins semblable avait déjà été faite en 1852 dans un atelier de fonderie à Washington (*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1875, p. 458).

(²) *Sur les treize tornados des* 29 *et* 30 *mai* 1879 *aux États-Unis.*

c'était de prendre une grande masse de faits authentiques et bien observés, et de comparer ces faits, un à un, avec les deux théories rivales, celle des météorologistes et la mienne. De cette façon, l'erreur d'un côté, la vérité de l'autre devaient se dessiner nettement. Justement, le *Signal Office* des États-Unis venait de publier sur des tornados récents une masse de renseignements et d'observations d'une grande valeur. Je les ai analysés et discutés tous avec le plus grand soin, et je crois que mes conclusions ne laissent plus place au moindre doute (1).

» J'en extrais un passage relatif au point qui nous occupe ici :

» ... On dit encore aujourd'hui dans les livres, dans les journaux, devant les corps savants, que les trombes et les tornados ne manquent pas de pomper l'eau des rivières ou des étangs placés sur leur trajet. Des témoins l'ont dit à M. Finley; d'autres lui ont affirmé le contraire. A l'occasion du tornado de Delphos, quelques personnes du comté de Lincoln s'étaient réfugiées sur les bords de la *Saline River*, près d'un moulin en construction; elles assurèrent qu'en passant sur la rivière le tornado avait pompé les eaux au point de mettre à sec le lit de la rivière. Le fait de la disparition des eaux étant certain, restait la question de savoir si les eaux avaient été pompées jusqu'aux nues par le tornado. M. Finley a donc recherché avec soin si ces eaux avaient été déposées plus loin sur la trajectoire. Il n'en trouva pas trace et conclut de la sorte :

« Il (le tornado) n'en a pas dû pomper beaucoup, si même il en a pompé quelque » peu; mais, par l'action de ses gyrations terribles, il doit avoir chassé l'eau de côté

---

(1) Voici la Table des matières de cette Notice :

1° Le *Signal Service* aux États-Unis.
2° Exposé succinct de la doctrine de l'aspiration.
3° Rapport de M. Finley sur les tornados des 29 et 30 mai 1879.
4° Des mouvements constatés de l'air dans les tornados.
5° Description succincte des tornados américains.
6° Étude de la direction des débris.
7° Il n'y a pas trace d'un mouvement centripète vers le tornado.
8° Illusion du mouvement ascendant.
9° Mouvement de translation des tornados.
10° Inclinaison des tornados.
11° Balancement des tornados.
12° Mouvement vertical des tornados.
13° Figure extérieure des tornados.
14° Les tornados arrachent-ils les arbres?
15° Segmentation des tornados.
16° Phénomènes électriques.
17° Théorie spéciale de la formation des tornados.
18° Distribution géographique des tornados.
19° Conclusion.

» et d'autre (sur les rives), de manière à mettre un moment à sec le lit de la rivière » ainsi que cela est arrivé sur le *Big-Blue*, à Irwing (et, il aurait pu ajouter, près de » Stockdale). »

» Cette appréciation, diamétralement opposée à l'esprit ou à la lettre des instructions, est parfaitement juste : il est certain que les trombes et les tornados agissent sur les eaux des fleuves ou des mers à la façon d'une écope hollandaise maniée horizontalement. Ils rabotent de la même manière le lit de la rivière et en projettent sur les rives le sable, les coquilles ou les cailloux (tornado de Stockdale)....

» Ces phénomènes passagers ont été en général si superficiellement observés ou décrits, ils ont donné lieu à tant d'illusions et de préjugés invétérés, que je ne saurais trop insister auprès des personnes qui veulent se faire une opinion raisonnée à ce sujet pour qu'elles recourent aux précieux documents que le *Signal Office* a recueillis dans ces derniers temps sur ces terribles phénomènes, si fréquents aux États-Unis, ou bien à la Notice susdite, dans laquelle j'ai discuté de mon mieux tous ces documents. Elles sauront du moins ainsi ce qu'est vraiment une trombe ou un tornado.

» En terminant, je prie l'Académie de me permettre de lui dire qu'à l'étranger on continue à donner à ces questions toute l'attention qu'elles méritent. Ainsi le Bureau central météorologique du Chili vient de faire traduire en espagnol et de publier *in extenso* les pièces de la discussion à laquelle je faisais allusion tout à l'heure entre M. Mascart et moi ([1]). Dans un récent voyage à Berlin, j'ai eu la satisfaction d'apprendre, de la bouche même du savant directeur de l'Institut météorologique, M. de Bezold, que mes idées étaient favorablement accueillies dans cet Institut. Enfin, à l'observatoire astrophysique de Potsdam, ma théorie des taches du Soleil et de la circulation de l'hydrogène, qui se rattache si intimement à mes idées sur la météorologie dynamique terrestre, est également acceptée dans ce qu'elle a d'essentiel. »

ASTRONOMIE. — *Photographie de la nébuleuse* 1180 *du Catalogue général d'Herschel, par MM.* Paul *et* Prosper Henry. Note de M. **Mouchez.**

« MM. P. et P. Henry, en continuant leurs travaux de photographies d'étoiles, ont trouvé, dans la soirée du 27 janvier, sur un cliché qu'ils ve-

---

([1]) *Annuario de la Officina central meteorolojica de Chile*, tomo 18°, 4° cuaderno. Santiago de Chile, 1886, p. 465-487.

naient de prendre dans la constellation d'Orion, une nébuleuse de 3′ à 4′ de diamètre qu'ils n'avaient pas aperçue en pointant leur lunette sur le ciel, et qu'ils ne purent apercevoir davantage pendant cette soirée avec l'équatorial de la tour de l'Est.

» Ils firent alors une deuxième épreuve de cette nébuleuse en doublant la durée de la première pose, qui n'avait été que d'une heure, et ils obtinrent une belle image de 25′ de diamètre Est et Ouest et de 15′ Nord et Sud, avec une étoile nébuleuse ou une condensation nébulaire un peu détachée vers le Sud.

» Les plus petites étoiles, très nettement venues sur le cliché, sont de 17ᵉ grandeur; elles sont de 16ᵉ sur les épreuves soumises à l'Académie. Nous avons pu constater ensuite que cette nébuleuse avait été découverte par Herschel au cap de Bonne-Espérance et désignée dans son Catalogue sous le nº 1180. Dans la soirée du 12 de ce mois, avec un ciel aussi pur qu'on peut l'avoir à Paris, je l'ai vaguement aperçue avec M. Bigourdan dans l'équatorial de $0^m,32$; mais l'éclat d'une étoile voisine de 6ᵉ grandeur en rendait la définition assez difficile.

» En comparant l'extrême faiblesse lumineuse de cet amas nébulaire à l'éclatante image qu'on en obtient sur le cliché, on ne peut s'empêcher d'être très frappé de la singulière disproportion qui existe entre la cause et l'effet produit : cela prouve sans doute l'admirable sensibilité qu'on est parvenu à obtenir dans la préparation des clichés; mais il semble en résulter aussi qu'il doit exister dans ces nébuleuses un pouvoir photogénique spécial qui rendra très intéressante leur étude spectroscopique; on peut trouver également dans cette circonstance une nouvelle preuve des mauvaises conditions atmosphériques dans lesquelles se trouve placé notre Observatoire, sous le ciel de Paris, pour la visibilité directe des astres à très faible lumière, comme les nébuleuses et les comètes.

» Cette puissance photogénique spéciale suscitera certainement quelques difficultés pour la photographie des faibles étoiles, à partir de la 10ᵉ ou 11ᵉ grandeur, qui disparaîtront sur les clichés quand elles se projetteront sur des nébuleuses un peu brillantes.

» M. Perrotin, qui a bien voulu sur ma demande observer cette nébuleuse avec son grand équatorial de $0^m,76$, m'envoie ce matin de Nice la description suivante, faite d'après une observation d'avant-hier :

. . . .

» J'ai d'abord aperçu cette nébuleuse avec le chercheur de $0^m,16$, puis avec la lunette de $0^m,76$ qui la montrait relativement brillante. Son étendue Est et Ouest est

d'au moins 40'; elle s'étend de part et d'autre par deux branches légèrement arrondies qui se dirigent vers le sud et paraissent se fondre (celle de l'Ouest surtout) avec la grande nébuleuse d'Orion proprement dite. La branche Ouest, ou mieux Ouest-Sud-Ouest, est de beaucoup la plus belle; elle s'élargit en s'éloignant de *c* Orion. La branche Est-Sud-Est, qui passe au sud de cette étoile, est moins large et moins lumineuse aussi. Vers le Nord, l'étendue de la nébuleuse est difficile à apprécier; on la distingue encore cependant à 15' de *c*. Dans cette direction, la matière nébuleuse est condensée par places, en particulier autour de deux étoiles doubles. Cette région est pommelée et rappelle par son aspect la nébuleuse d'Orion elle-même.

» La nébuleuse est nettement séparée de l'étoile *c* au nord-ouest par une ligne de démarcation très caractérisée; au sud, la nébulosité est resserrée entre *c* et une petite étoile située au sud-ouest de *c*.

» J'aurais voulu vous faire le dessin de tout cela, malheureusement il fait un temps affreux depuis quelques jours.

. . . .

» Notre photographie donne à cette nébuleuse beaucoup moins d'étendue et de détails que n'en contient la description de M. Perrotin. Il est évident que c'est sous un ciel plus beau que celui de Paris qu'il faudra obtenir les images photographiques de ces amas nébulaires et à l'aide de télescopes à large ouverture et non de réfracteurs.

» Nous apprenons, par le dernier numéro du journal l'*Observatory*, que cette nébuleuse vient d'être également photographiée, en Angleterre, par M. Roberts. »

ASTRONOMIE. — *Réponse à une Note récente de M.* Houzeau *sur une méthode pour déterminer la constante de l'aberration*; par M. **Lœwy**.

« M. Houzeau a publié, le 31 janvier, une Note à laquelle je n'ai pu répondre immédiatement, n'ayant lu que trop tardivement les *Comptes rendus*.

» M. Houzeau prétend, dans cette Communication, que le principe nouveau de la méthode développée par moi, pour la recherche de la constante de l'aberration, est le même que celui qu'il a déjà fait connaître en 1871 dans le XXXVIIIe Volume des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Belgique*.

» Depuis la découverte de l'aberration par Bradley, on sait que ce phénomène s'accuse dans les observations astronomiques les plus diverses : ascensions droites, déclinaisons, hauteurs, azimuts, etc. L'invention d'une méthode nouvelle pour la détermination de la constante de l'aberration ne

consiste pas dans une indication générale de l'effet se produisant dans telle ou telle observation, ou combinaison d'observations : ce qu'il faut pour obtenir la véritable solution du problème, c'est de fournir des règles sûres, conduisant aux résultats avec l'exactitude réclamée par les exigences de la Science moderne. Dans le cas donné, il s'agit d'atteindre le but à quelques centièmes de seconde d'arc près.

» Voici le principe de la méthode de M. Houzeau. On fait réfléchir à l'aide d'un miroir dans une lunette l'image d'une étoile qui se trouve ainsi placée à côté de l'image d'une autre étoile vue directement.

» M. Houzeau croit pouvoir déduire la constante de l'aberration des différences dans l'ascension droite ou en déclinaison, mesurées à des époques différentes. Or, le travail ainsi exécuté se trouve affecté des erreurs les plus graves qui existent en Astronomie. En voici les principales raisons : en vertu du mouvement diurne, les deux images se déplacent dans le champ de la lunette avec des vitesses différentes et dans des directions quelconques; leur position relative varie d'un instant à l'autre, et ne peut dans le cas donné être définie avec précision.

» De plus, en déplaçant l'instrument et en recommençant le pointé quelque temps après, on constatera même des discordances notables entre les deux opérations successives. En effet, dans les conditions ordinaires d'une lunette sans miroirs, on peut déplacer l'équatorial d'une quantité arbitraire; en répétant les mesures, on trouvera toujours la même valeur pour l'angle cherché. Ici, par l'addition du miroir, si l'on tourne la lunette de quelques minutes d'arc, les deux images fuient dans des directions opposées. Leur distance augmente ou diminue d'une quantité égale ou double de l'angle de rotation.

» Pour ces motifs d'ordres différents, que nous venons de faire connaître, l'arc formé par les deux images est une quantité variable dépendant de la position absolue de l'instrument. Pour avoir une relation quelconque entre les deux images, une origine déterminée, il faudrait à chaque instant savoir l'orientation précise de l'équatorial. Or, c'est une question insoluble, car on ne dispose d'aucun procédé astronomique permettant d'évaluer avec l'exactitude nécessaire les erreurs absolues d'un équatorial.

» En outre, une inexactitude plus saillante provient de ce fait, qu'il est impossible d'établir une liaison invariable entre l'axe optique et le miroir, et d'évaluer le mouvement rotatoire de ce dernier d'une mesure à une autre.

» On voit facilement que le résultat ainsi obtenu aux diverses époques

se trouverait affecté des erreurs les plus considérables d'origines différentes, et dépassant beaucoup en grandeur la valeur de la quantité cherchée.

» Le mode d'opération préconisé par M. Houzeau est certainement le plus singulier qui ait jamais été proposé aux astronomes pour l'étude d'un élément aussi délicat, qui doit être conclu avec la plus absolue rigueur.

» En usant de ce procédé et tout en se livrant aux recherches les plus laborieuses, je doute que l'on réussisse jamais à soupçonner même l'existence de la quantité que l'on désire déterminer.

» Ma méthode est basée sur la mesure des distances et sur un principe optique absolument nouveau; son exécution, sur des propriétés géométriques également nouvelles, permettant d'éviter la plus légère source d'erreurs systématiques et fournissant la quadruple valeur de la constante de l'aberration.

» Il n'y a aucune analogie à établir entre les deux méthodes et je laisse intégralement à M. Houzeau la paternité du procédé imaginé par lui. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un grès d'origine organique, découvert dans les couches de houille du bassin de la Loire.* Note de MM. **Favarcq et Grand'-Eury**, transmise par M. Milne-Edwards.

« Depuis longtemps nous avons remarqué, dans le bassin de la Loire, que certains nerfs de la houille, d'apparence gréseuse, présentent des caractères tout particuliers. Un examen attentif de bons échantillons nous a permis de nous rendre compte que cette roche a une origine organique.

» Les éléments qui la composent forment un pêle-mêle de débris entretassés. Ces débris se présentent sous la forme de prismes hexagonaux plus ou moins longs, de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre, ayant les angles arrondis, ou de fragments cylindriques plus grêles, de $0^{mm},5$ de section en moyenne, et souvent de 10^{mm} à 20^{mm} de longueur. La silhouette de ces fragments offre les courbures les plus variées : ils sont arqués, repliés, contournés et tordus, revêtant la forme vermiculaire. En s'accumulant, ils se sont recourbés les uns sur les autres, dénotant ainsi un état mou originaire, qu'ils ont dû perdre rapidement par la suite, car ils ne sont pas aplatis. Beaucoup de débris très minces se terminent en pointe émoussée; quelques-uns ont une section transversale réniforme; des cylindres accolés se séparent et simulent des bifurcations; nous avons même remarqué des ramifications.

» Pour tous les débris, la surface présente des stries, des sillons longitudinaux. En outre, et c'est là un des caractères les plus constants, ils apparaissent comme formés d'articles se manifestant par des contractions à distance régulière, qui leur donnent une ressemblance extérieure vague avec les bras de certains Crinoïdes. La faible adhérence des articles en facilite la désagrégation.

» La matière des débris désunis est homogène comme celle de certains coraux, sans cloisons ni canaux internes.

» Cette matière, d'aspect cireux, est extrêmement tendre, se réduisant en farine sous la pression de l'ongle. Elle est légèrement translucide. Sa cassure est irrégulière.

» Elle est très résistante au feu et aux acides. Sous la flamme du chalumeau, elle conserve sa forme, mais perd sa transparence, et les articles se disjoignent. Son analyse chimique révèle une composition qui n'est pas sans analogie avec celle des hydro-silicates d'alumine cristallins.

» Mais les débris en question ne sont pas des minéraux : ils n'en ont ni la rigidité, ni les modifications et ne sont pas groupés comme eux. Tout au contraire, leur forme est essentiellement organique.

» Ils appartiennent évidemment à quelques organismes d'eau douce à axe pierreux, quelque extraordinaire que cela paraisse, surtout devant la composition chimique de leur substance fossile. Mais l'alumine a été signalée comme abondante parmi la matière terreuse de la charpente des Gorgones.

» Il nous est impossible, avec les éléments d'étude que nous avons aujourd'hui dans la main, de discuter utilement les affinités de ces organismes, que nous ne connaissons encore que par des fragments isolés et sédimentés.

» Nous n'avons trouvé dans aucune publication de description ni de figure se rapportant de près ou de loin à ces fragments. Eu égard à la forme des axes et à leur constitution molle, nous avions l'intention de les signaler sous le nom de *Comaria tenella*.

» Cependant, M. Stur D., à son passage à Saint-Étienne, il y a un certain nombre d'années, nous a remis un dessin avec le nom de *Bacillarites problematicus*, relatif à des corps analogues, quoique beaucoup plus ténus, trouvés dans la grande couche de Radnitz (Bohême). Lui ayant demandé un document descriptif, il nous a très obligeamment adressé un échantillon de roche, où nous avons reconnu des débris semblables à ceux de Saint-Étienne.

» Nous ajouterons que ces fossiles forment des dépôts importants dans quelques couches de houille du bassin de la Loire, notamment dans la grande couche de Rive-de-Gier et la troisième couche de Saint-Étienne. »

CHEMINS DE FER. — *L'inauguration des chemins de fer en France. Sa véritable date*. Note de M. **Léon Aucoc**, Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques.

« Il est question en ce moment de célébrer, pendant l'année 1887, le cinquantenaire de l'inauguration des chemins de fer en France. C'est une grave erreur historique. Les hommes spéciaux l'ont signalée; mais cette erreur leur paraissait tellement évidente qu'ils n'ont pas cru nécessaire de donner des détails qui empêcheraient l'opinion publique de se laisser égarer. Nous croyons utile d'appeler sur ce point l'attention de l'Académie.

» Quand on a quelque souci de faire rendre justice à l'initiative de l'industrie française en matière de chemins de fer, et de conserver intacte cette partie de l'honneur national, on ne peut pas laisser dire que c'est seulement en 1837 qu'un chemin de fer transportant des voyageurs et des marchandises, à l'aide d'une locomotive, a été pour la première fois inauguré en France, entre Paris et Saint-Germain.

» Prétendre célébrer en 1887 le cinquantenaire des chemins de fer français, c'est méconnaître l'histoire, c'est abaisser le drapeau de la France devant plusieurs nations que nous avons devancées ou égalées, au début. Est-ce donc faire acte de patriotisme?

» Voici les faits, d'après les documents officiels, publiés par le Ministère des Travaux publics ([1]).

» La concession du chemin de fer de Saint-Étienne à la Loire (Andrezieux) date du 26 février 1823, celle du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon date du 7 juin 1826, celle du chemin d'Andrezieux à Roanne date du 27 août 1828, celle du chemin d'Épinac au canal de Bourgogne date du 27 avril 1830. Toutes ces concessions avaient été faites à perpétuité par des ordonnances royales. Vient ensuite la concession du chemin de fer d'Alais à Beaucaire, premier type des chemins de fer concédés temporairement, qui a été autorisée par la loi du 29 juin 1833. Le chemin de fer de

([1]) *Situation des chemins de fer français au* 31 *décembre* 1885. — *Documents statistiques sur les chemins de fer*, 1856.

Paris à Saint-Germain (Le Pecq) a été concédé le sixième, par une loi du 9 juillet 1835.

» Plaçons-nous maintenant au point de vue de l'ouverture à l'exploitation. Le chemin de fer de Saint-Étienne à Andrezieux a été ouvert le 1er octobre 1828; il avait 23^{km} de longueur. Le chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon a été inauguré en partie le 1er octobre 1830, sur 15^{km} de longueur, de Rive-de-Gier à Givors; l'exploitation des tronçons de Givors à Lyon et de Rive-de-Gier à Saint-Étienne a commencé le 1er avril 1832 et le 1er avril 1833. A cette dernière date, la ligne était complètement achevée; sa longueur était de 57^{km}. Le chemin de Saint-Étienne à Roanne, qui avait 67^{km}, a été ouvert le 5 février 1834. Celui d'Épinac au canal de Bourgogne (27^{km}) l'a été en 1835. Le chemin de fer de Paris à Saint-Germain, qui avait alors 17^{km}, n'a été inauguré que le 26 août 1837.

» Ajoutons que les dépenses effectuées pour les chemins de fer à la fin de l'année 1834, avant la concession du chemin de Saint-Germain, montaient à près de 21 millions de francs.

» Les premiers chemins de fer étaient exclusivement destinés, il est vrai, d'après leur cahier des charges, au transport des marchandises, et la traction se faisait d'abord par des chevaux ou des machines fixes. Mais le transport des voyageurs, sur la ligne de Saint-Étienne à Lyon, a été organisé dès le mois de juillet 1832; en 1836, le nombre des voyageurs transportés sur cette ligne a dépassé 170000. Enfin, c'est à la même date du mois de juillet 1832 que Marc Séguin, qui avait pris en février 1828 un brevet d'invention pour la chaudière tubulaire, a employé, pour la première fois, sur la partie du chemin de Saint-Étienne à Lyon où les pentes le permettaient, le moteur qui complète les chemins de fer et leur donne leur véritable caractère, la locomotive.

Il importe de rappeler ici l'époque à laquelle chacun des pays de l'Europe a commencé à exploiter des chemins de fer.

» C'est en 1825 que l'on a vu, pour la première fois, en Angleterre, des voyageurs avec des marchandises circuler en chemin de fer, à l'aide d'une locomotive, qui ne marchait pas d'ailleurs aussi vite que de bons chevaux.

» A partir de l'année 1828, l'Angleterre n'est plus le seul pays où ces nouvelles voies de communication aient été créées. Dans les 215^{km} ouverts à l'exploitation à cette époque, la France figure pour 18^{km}; l'Autriche pour 30; le reste appartient à l'Angleterre. C'est en 1829 qu'a eu lieu le fameux concours dans lequel Georges Stephenson a présenté, pour le chemin de fer de Liverpool à Manchester, le type de la véritable locomotive, puissante

grâce à la chaudière tubulaire. On a soutenu, en Angleterre, que Stephenson n'avait pas connu le brevet d'invention pris en février 1828 par Marc Séguin; mais l'antériorité du brevet ne peut être niée. C'est en 1832 que la locomotive est employée en France. En 1835, sur un total de 868^{km}, l'Angleterre en a 461, la France 142, l'Autriche 245 et la Belgique 20. En 1836, la Bavière commence à exploiter 7^{km}. En 1837, la Saxe en exploite 40. En 1838, la Prusse et la Russie exploitent l'une 26^{km}, l'autre 28; les principautés et villes libres de l'Allemagne en exploitent 25. En 1839, le royaume de Naples en ouvre 42. En 1840, le grand-duché de Bade en exploite 18. En 1844, la Toscane en exploite 93. En 1848, la Hollande en ouvre 83, et le royaume de Sardaigne 80. En 1849, 28^{km} nouveaux sont ouverts en Espagne, 32 en Danemark, 27 en Suisse. La Suède et la Norvège n'ont commencé qu'en 1852, et le Portugal en 1854; les États pontificaux, la Turquie, la Grèce, la Roumanie sont venus ensuite.

» Quant aux États-Unis d'Amérique, c'est en 1830 qu'on a ouvert un chemin de fer de 24^{km}, qui a été exploité avec des chevaux jusqu'en 1831. C'est en 1832 seulement que l'usage de la locomotive a commencé à se répandre dans ce pays.

» Telle est la vérité. Elle fait honneur à la France, qui n'a été précédée que par l'Angleterre, et de bien peu d'années. Est-ce à des Français qu'il convient de la contester ? »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Chauveau*, nommé Membre titulaire dans la même Section.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 50 :

M. Leudet obtient.	41	suffrages
M. Oré »	6	»
M. Lister »	1	»

Il y a 1 bulletin blanc et 1 bulletin nul.

M. **Leudet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'ensemble des recherches paléontologiques faites dans les terrains tertiaires inférieurs des environs de Reims;* par M. **V. Lemoine**. (Extrait.)

« Les recherches paléontologiques dont je vais avoir l'honneur d'entretenir l'Académie ont été précédées d'études de Géologie stratigraphique, faites avec le concours de MM. Eck et Aumonier. Les résultats de ces études se trouvent consignés soit dans une Carte géologique en relief de l'arrondissement de Reims, dont j'ai fait hommage au Muséum d'Histoire naturelle, soit dans un album que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et qui renferme 62 coupes prises dans nos environs.

» Le travail paléontologique m'est personnel, et, à la suite des efforts que je poursuis depuis quinze ans, j'espère pouvoir dire que les environs de Reims sont devenus un des points de l'Europe où l'on peut le mieux étudier le commencement des temps tertiaires.

» Comme végétaux fossiles, on y trouve, d'une part, des Cryptogames, tels que des Algues, des Champignons, parasites sur des écorces, des Characées, Jungermanes, Mousses, Fougères. D'une autre part, j'ai recueilli des fragments de racines, de tiges, des feuilles, des fruits, des graines, qui semblent indiquer de nombreux types de Monocotylédonées et de Dicotylédonées. Non seulement ces végétaux se présentent à l'état d'empreintes, soit sur des couches calcaires, soit sur des couches gréseuses, mais souvent les plantes se sont conservées en nature, entre des lits d'argile ou de marne. Elles peuvent être isolées et soumises à l'examen microscopique. Je mets sous les yeux de l'Académie un album, où j'ai dessiné les plus importantes de ces formes végétales.

» Si nous abordons l'étude de la faune tertiaire inférieure rémoise, nous constaterons que les restes des animaux articulés y sont relativement rares; néanmoins, j'ai pu recueillir les débris bien authentiques de Coléoptères, de Névroptères; une empreinte semble pouvoir être attribuée à un Scorpion. Les coquilles fossiles abondent dans nos environs et j'ai réuni un millier d'espèces, dont 40 paraissent encore inédites.

» Les types de Vertébrés fossiles que j'ai étudiés atteignent actuellement le chiffre de 94, dont 8 ou 10 tout au plus étaient antérieurement

connus. Toutes les classes s'y trouvent représentées : Poissons, Batraciens, Reptiles, Oiseaux, Mammifères. Pour quelques-uns de ces types nouveaux, les pièces osseuses ont été en nombre suffisant pour me permettre de tenter quelques restaurations.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les dessins relatifs à 25 espèces de Poissons, se subdivisant en Poissons téléostéens (6 espèces), cartilagineux (10 espèces) et Poissons ganoïdes (9 espèces). Ces derniers offrent cet intérêt spécial, qu'ils appartiennent aux familles des Lépidostés et des Amiadés, que l'on rencontre encore maintenant dans les grands fleuves d'Amérique.

» A la classe des Batraciens se rapportent des Vertébrés qui semblent indiquer des types égaux, comme taille, à nos plus grandes Salamandres actuelles.

» Les Reptiles fossiles des environs de Reims constituent 25 espèces, appartenant à presque toutes les subdivisions actuelles : Tortues (10 esp.), Crocodiliens (5 esp.), Lacertiens (5 esp.), Serpents (2 esp.). Une classe spéciale est représentée par le Simœdosaure (3 espèces différentes).

» Les Oiseaux fossiles des environs de Reims paraissent devoir constituer 5 espèces, appartenant aux genres *Eupterornis*, *Remiornis* et *Gastornis*. Je mets sous les yeux de l'Académie un essai de restauration du *Gastornis Edwarsii*, si remarquable par sa taille gigantesque, par le développement et le nombre de ses doigts, par le volume de sa jambe, qui contraste avec l'exiguïté de l'aile, par l'aplatissement des os du crâne, qui ne présentaient pas encore la soudure si caractéristique chez nos Oiseaux actuels.

» Les Mammifères que j'ai rencontrés dans l'éocène inférieur, offrent un intérêt multiple par le fait de leur subite apparition, de leur nombre et de leur étrange conformation. En effet, la longue période crétacée qui précède, en Europe, l'époque éocène, n'a encore présenté aucun type de cet ordre, et les espèces éocènes que j'ai étudiées dans les environs de Reims atteignent actuellement le chiffre de 40, dont 38 paraissent nouvelles. Ces espèces appartiennent à 23 genres différents, dont 8 seulement avant mes recherches étaient connus dans les terrains tertiaires d'un âge plus récent. Voici la liste des genres et des espèces que j'ai recueillis jusqu'ici dans l'éocène inférieur :

» G. *Arctocyon* (2 esp.), *Dissacus* (1 esp.), *Hyænodutis* (2 esp.), *Tricuspiodon* (1 esp.), *Procynictis* (1 esp.), *Protoproviverra* (1 esp.), *Plesiadapis* (3 esp.), *Protoadapis* (2 esp.), *Adapisorex* (3 esp.), *Adapisoriculus* (1 esp.), *Miacis* (1 esp.), *Opistothomus* (1 esp.), *Pantolestes* (1 esp.), *Pleuraspidotherium* (2 esp.), *Orthaspi-*

dotherium (2 esp.). *Pachynolophus* (3 esp.), *Lophiotherium* (1 esp.), *Protodichobune* (2 esp.), *Lophiodon* (4 esp.), *Lophiodochœrus* (1 esp.), *Hyracotherius* (1 esp.), *Neoplagiaulax* (3 esp.), *Decticadapis* (1 esp.). »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le mode de formation des Bilobites striés.* Note de M. **Ed. Bureau.**

« Si les Bilobites ou *Cruzania* sont des moulages naturels de pistes d'animaux, il faudrait, pour étudier chacune de ces traces, avoir sous les yeux sa forme exacte, et non pas seulement un moulage produit accidentellement dans la piste. C'est le creux qu'il est nécessaire d'observer, et non le relief. Malheureusement il n'arrive à peu près jamais qu'on puisse voir ce creux. Les empreintes ont été tracées, dans la mer silurienne, à la surface d'une argile qui a été ensuite recouverte par du sable. Aujourd'hui ce sable est un banc de grès compact, portant à sa face inférieure les Bilobites en saillie; mais l'argile a très peu changé : elle est devenue seulement schisteuse, et si friable qu'on ne peut soulever le grès sans qu'elle tombe en menus fragments. Il faut donc renoncer à avoir la piste elle-même; mais on peut, pour l'étude, la rétablir artificiellement par un contre-moulage du Bilobite. Il est évident qu'en prenant l'empreinte du fossile en saillie, on reproduit exactement le creux primitif. J'ai obtenu ainsi les creux en plâtre de la plupart des Bilobites que j'avais à ma disposition; je les ai étudiés d'abord l'un après l'autre, puis je les ai comparés entre eux. Le doute n'était plus possible : ces moulages représentent certainement des pistes.

» La plus frappante est celle restituée sur un échantillon de *Cruziana Prevosti* Trom. et Lebesc., provenant de Châteaubriant (Loire-Inférieure). On y reconnaît au premier coup d'œil que les petits sillons qui couvrent les lobes ne sont pas isolés dans leur trajet, mais qu'ils sont disposés en un certain nombre de groupes ou systèmes. Ces systèmes de sillons, très distincts les uns des autres, sont placés sur deux séries, lesquelles sont juxtaposées et forment par leur contact une crête longitudinale médiane, inégale et sinueuse. Chaque système de stries couvre un plan doucement incliné, à partir du sommet duquel descend, en sens inverse, un autre plan à pente beaucoup plus brusque, très court, irrégulier et ordinairement sans stries. Les petits sillons du lobe droit et ceux du lobe gauche du Bilobite en creux sont obliques en sens inverse. Ceux de chaque système ou

de chaque plan incliné sont parallèles entre eux; mais l'obliquité des stries de deux systèmes consécutifs par rapport à la crête longitudinale peut être très différente. On obtiendrait des groupes de sillons tout à fait comparables en effleurant à petits coups une surface molle, de la terre à modeler par exemple, avec les dents d'un peigne. Tout indique que les choses se sont passées d'une manière analogue, et que chaque système de sillons est dû à un coup de patte, que cette patte présentait des saillies qui ont creusé chacune une petite rigole, et que la vase sur laquelle ces sillons ont été tracés, refoulée d'avant en arrière, a formé dans ce dernier sens le plan abruptement incliné dépourvu de stries. Ceci permet de remarquer que les sillons de chaque système sont dirigés de dedans en dehors et d'avant en arrière; par conséquent, la partie antérieure des Bilobites striés, qu'on ne connaissait pas jusqu'à présent, devient facile à déterminer : c'est le côté vers lequel convergent les stries situées à un même niveau, à droite et à gauche de la crête médiane. Si à la surface d'un Bilobite on prend deux côtes, ou à la surface du moulage correspondant deux sillons ainsi choisis, et qu'on les prolonge par un trait ou même par la pensée, ils formeront un V en se rencontrant : la pointe de ce V montrera, comme le ferait une flèche indicatrice, la direction dans laquelle l'animal s'avançait.

» Si maintenant on examine les sillons d'un même système, on voit que, de toute évidence, ils ont des allures semblables : ou tous sont droits, ou tous sont arqués, et ils le sont de la même manière. Ils ont donc été produits par les divisions d'un même organe; mais ces divisions n'étaient pas rigides, inflexibles, comme le seraient, par exemple, les dents d'une scie promenée transversalement, qui traceraient des sillons rigoureusement parallèles. Il peut arriver qu'un sillon soit légèrement dévié. On voit même çà et là deux sillons se réunir en un seul, comme si les pointes des organes qui les ont tracés s'étaient rapprochées l'une de l'autre et avaient confondu leur impression sur la vase. Les sillons ont donc été produits non par des dentelures ou des saillies qui se seraient trouvées à la surface de la patte, mais par des appendices doués d'une certaine flexibilité, par des ramifications du membre. D'après le nombre des sillons dans un même système, sillons qu'il est possible de compter sur la piste du *Cruziana Prevosti*, où tous les coups de patte sont bien distincts l'un de l'autre, on peut constater que chaque membre portait une douzaine d'appendices.

» L'empreinte que produit un coup de patte étant bien connue, toutes les particularités que présente la surface des Bilobites striés se comprennent sans difficulté : elles tiennent simplement (les moules en creux en

donnent la preuve) à des modifications dans le mode de progression de l'animal.

» Dans la piste du *Cruziana Prevosti*, où, comme nous l'avons dit, les coups de patte sont séparés, l'animal s'est avancé à grands pas et comme par saccade, en frappant fortement le sol et en y produisant une suite de talus.

» Dans la forme *C. rugosa* d'Orb., qui ressemble beaucoup à la précédente, on voit les mêmes talus; mais, soit que le mouvement des pattes ait été plus étendu d'avant en arrière, soit que, la marche ayant été moins rapide, les empreintes des coups de patte aient empiété les unes sur les autres, ici les petits sillons descendent sur le talus postérieur de chaque bourrelet du sol et vont s'entrecroiser avec le commencement des sillons appartenant au système précédemment tracé par le même membre.

» Dans la forme *C. furcifera* d'Orb., l'animal a progressé sans saccade, sans imprimer d'ondulations à la vase, mais en donnant des coups de patte successifs dans des directions assez différentes, de telle sorte que les systèmes de sillons s'entrecroisent et forment un réseau irrégulier. Il en résulte que les côtes des Bilobites, répondant à ces sillons de la piste, ont été décrites comme bifurquées ou anastomosées.

» On voit parfois, surtout à la partie interne de chaque lobe, de longs sillons sur le moule en creux (des côtes sur le Bilobite) qui ne se rattachent à aucun système et sont parallèles à la direction générale de la piste. Ces sillons sont dus à quelques-uns des appendices des pattes, qui ont effleuré le sol d'arrière en avant, dans leur mouvement de retour pour revenir à la position précédant un nouveau coup de patte.

» C'est près de la crête médiane de la piste que ces sillons se trouvent le plus souvent. Il y a cependant des cas, bien que rares, où toutes les stries les mieux marquées sont très longues et parallèles à la direction du Bilobite lui-même : c'est ce qu'on voit dans le *C. Vilanovæ* Delgado (*Bilobites Vilanovæ* Sap.). Dans ce cas, l'animal, porté en avant seulement par la vitesse acquise, a dû laisser traîner ses pattes encore étalées.

La forme *C. Goldfussi* Trom. et Lebesc. correspond à la progression la plus régulière de l'animal. Ici l'on voit sur la piste que non seulement les sillons d'un même système sont parallèles entre eux, mais qu'ils sont parallèles aux sillons des systèmes voisins. Les coups de patte ne sont plus distincts par la différence de direction, mais seulement par la cessation des sillons au commencement et à la fin de l'empreinte due à chaque mouvement. »

MÉDECINE. — *Action de la belladone et de l'opium associés, dans un cas de diabète aigu.* Note de M. VILLEMIN.

« Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie un fait thérapeutique, qui nous paraît avoir la netteté d'une expérience de Physiologie.

» Au mois de mars 1882, nous recevions à l'hôpital du Val-de-Grâce un jeune artilleur de haute stature et fortement charpenté. Depuis un mois ou deux, il perdait graduellement ses forces, se lassait au moindre effort et s'amaigrissait d'une façon extraordinaire.

» A son entrée, le 11 mars, il se plaint de crampes et d'endolorissement dans les membres; il éprouve une sensation douloureuse à la gorge; il a la bouche sèche, dévoré qu'il est par une soif ardente, inextinguible, qui lui cause une véritable torture; il urine en telle abondance, que le sommeil de la nuit est troublé par la nécessité incessante de se relever. Son appétit est insatiable et la grande quantité d'aliments qu'il consomme ne le répare pas; il est brisé, anéanti; sa maigreur l'inquiète; il dit avoir perdu 18^{kg} de son poids. La peau est sèche, écailleuse; la face et les extrémités sont cyanosées et froides. La respiration paraît ralentie; la parole et les mouvements sont lents; la voix est faible et le sens génital est aboli.

» L'analyse de l'urine, faite séance tenante, révèle la présence d'une grande quantité de glycose. Nous mettons immédiatement le malade au régime et au traitement classique des diabétiques (pain de gluten, viandes, abstinence de sucre et de féculents, alcalins, etc.), sans nous illusionner sur le succès de cette médication. Ayant fait recueillir l'urine des vingt-quatre heures et rechercher la quantité proportionnelle de sucre, nous constatons le chiffre énorme de $14^{lit},5$ et 58^{gr} de glycose par litre; ce qui fait une perte journalière de 841^{gr} de sucre, presque 1^{kg}.

» La situation de ce malheureux était donc extrêmement périlleuse. Au bout de huit jours, aucune amélioration ne s'annonçait; les quantités d'urine flottaient entre 12^{lit} et 14^{lit} par jour, et les proportions de glucose ne changeaient pas sensiblement; l'échéance fatale s'avançait à grand pas.

» Nous rappelant un malade atteint de diabète insipide, que nous avions promptement guéri par l'association de l'opium à la belladone, nous eûmes l'idée de tenter cette médication sur notre glycosurique. Mais ce ne fut pas sans une certaine timidité; car, si nous pouvions espérer, comme chez le polyurique, mettre un frein à la sécrétion urinaire, nous n'étions pas

sûr de modérer en même temps la production de la glycose, et nous risquions de provoquer une accumulation de cette substance et d'amener des accidents de saturation glycémique. Nous procédâmes, dès lors, avec la plus grande prudence.

» Le 20 mars, nous donnons $0^{gr},10$ d'extrait de belladone et $0^{gr},05$ d'extrait d'opium, que nous continuons les jours suivants.

» Le 27, l'urine est descendue à 10^{lit} et le sucre à 40^{gr}.

» Nous augmentons progressivement les doses d'extrait pour arriver, le 20 mai, à $0^{gr},15$ de l'un et de l'autre, et nous avons la satisfaction de voir les quantités d'urine et les proportions de sucre diminuer graduellement et *parallèlement*. A cette date, l'urine est de 3^{lit} à 4^{lit}, et le sucre de 2^{gr} à 5^{gr}.

» Le 20 mai, nous poussons l'opium et la belladone à $0^{gr},20$, et, huit jours après, il n'y a plus trace de sucre. Pendant dix-sept jours, la médication est continuée aux mêmes doses, sans qu'on voie reparaître le glycose.

» Le 14 juin, nous supprimons brusquement les médicaments : dans deux ou trois jours, le sucre revient à 16^{gr}.

» Le 17, nous retournons aux narcotiques à la dose de $0^{gr},20$, le 22; le sucre a de nouveau disparu et l'urine est à 2^{lit}.

» La guérison se maintient tant que dure l'action médicamenteuse; mais, dès que l'on suspend ou diminue l'opium et la belladone, le sucre reparaît et l'urine augmente.

» Pendant toute cette période d'expérimentation thérapeutique, nous avions maintenu notre malade au régime des diabétiques; mais, le 20 juillet, nous le mettons à l'ordinaire de tous les malades bien portants, avec quatre portions de pain et les légumes habituels, largement puisés parmi les féculents (pommes de terre, légumes secs, macaroni, etc.) : ce changement de régime n'apporte aucune modification; la glycose continue à faire défaut et les urines restent en quantité normale, tant qu'on maintient l'usage de l'opium et de la belladone aux doses de $0^{gr},20$.

» Le bromure de potassium jouissant d'une certaine vogue dans le traitement du diabète, nous avons essayé son action dans le cas actuel.

» Du 28 août au 12 septembre, nous avons supprimé les narcotiques et administré le bromure de potassium à doses progressivement croissantes, de 4^{gr} à 12^{gr} par jour. Mais nous avons vu aussitôt le sucre reparaître et monter rapidement à 45^{gr}, tandis que l'urine revenait à $11^{lit},5$.

» Il était intéressant de savoir si, des deux extraits, l'un avait une action prépondérante ou exclusive dans la modification de la maladie. Nous avons alors diminué à tour de rôle, jusqu'à suppression, l'opium et la belladone; mais, dans l'un et l'autre cas, les urines ont augmenté et la glycose aussi.

Les résultats obtenus étaient donc bien dus à *l'association de l'opium et de la belladone*.

» L'heureuse action de ces deux substances ne s'est pas seulement manifestée par le retour de la sécrétion urinaire au taux normal et par la suppression de la glycose dans l'urine, mais aussi par une amélioration sensible de l'état général du malade, qui a senti aussitôt ses forces se relever et vu son embonpoint renaître. Au bout d'un mois de traitement, il avait regagné 8^{kg}.

» Il eût été bon de suivre le malade pendant plus longtemps que nous ne l'avons fait; mais il a voulu quitter l'hôpital le 15 décembre et nous l'avons perdu de vue. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur la détermination de la position de la manivelle correspondant à une position donnée du piston dans une machine à vapeur.* Mémoire de M. **H. Léauté**, présenté par M. Marcel Deprez. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Phillips, Resal, Marcel Deprez.)

« M. Marcel Deprez nous a communiqué deux constructions graphiques remarquablement simples, qu'il a imaginées en 1869 et qui permettent, lorsque le rapport des longueurs de la bielle et de la manivelle est supérieur à 3, de trouver, avec une exactitude d'ordinaire très satisfaisante, la position de la manivelle pour chaque position de piston.

» C'est là un problème que les praticiens ont fréquemment à résoudre pour l'étude de la distribution dans les machines à vapeur. Les tracés approximatifs de M. Deprez sont faciles à exécuter; ils fournissent une approximation généralement très suffisante et ils conduisent à une épure qui tient dans un espace à peu près égal au cercle décrit par la manivelle, tandis que le tracé direct et exact exige une épure de dimensions excessives.

» M. Marcel Deprez, en nous indiquant les ingénieux procédés auxquels il est arrivé, nous a demandé de rechercher à quelle approximation ils correspondent et de voir si cette approximation ne pouvait pas être augmentée. Nous sommes parvenu, en modifiant très légèrement les constructions de M. Deprez, et sans les compliquer en rien, à réduire l'er-

reur dans de telles proportions, qu'au point de vue pratique c'est l'exactitude absolue.

» Nous indiquerons d'abord les tracés de M. Deprez, qui n'ont jamais été publiés.

» Soient r et l les longueurs de la manivelle et de la bielle, O le centre de la circonférence décrite par le bouton a de la manivelle; prenons un point O_1 sur le diamètre de O prolongement de la tige du piston, à la distance OO_1 égale à $\frac{r^2}{2l}$; décrivons de O_1 comme centre la circonférence de rayon r et construisons sur cette circonférence auxiliaire les points tels que a_1 correspondant au cas de la bielle infinie. En joignant chacun des points a_1 soit à O_1 (premier procédé), soit à O (second procédé), nous aurons le point correspondant a sur la circonférence O.

» Cherchons l'approximation que fournissent ces deux tracés.

» *Premier procédé de M. Deprez.* — Soient x l'espace parcouru par le piston à partir de sa position moyenne, φ l'angle de la manivelle avec la tige du piston, θ l'angle du rayon O_1a_1 de la circonférence auxiliaire avec cette tige, Φ l'angle correspondant à la position réelle de la manivelle. On a

$$\cos\varphi = \frac{1}{2}\frac{r}{l}\left(1 - \frac{x^2}{r^2}\right) + \frac{x}{r}\sqrt{1 - \frac{1}{4}\frac{r^2}{l^2}\left(1 - \frac{x^2}{r^2}\right)},$$

$$\cos\Phi = \frac{1 + 2\frac{l}{r}\frac{x}{r} + \frac{x^2}{r^2}}{2\left(\frac{l}{r} + \frac{x}{r}\right)}.$$

» Nous avons calculé, à l'aide de ces formules, les valeurs de φ et Φ, pour les positions successives du piston, et nous avons reconnu ainsi que l'erreur passe par deux maxima qui se produisent pour $\frac{x}{r}$ voisin de $\pm\frac{\sqrt{2}}{2}$, et que le plus grand des deux, donné par $-\frac{\sqrt{2}}{2}$, est égal à $48'$ environ lorsque $\frac{r}{l}$ a la valeur $\frac{1}{4}$.

» *Second procédé de M. Deprez.* — Si φ' est l'angle de Oa_1 avec la tige du piston, on trouve

$$\cos\varphi' = \frac{\frac{x}{r} + \frac{r}{2l}}{\sqrt{1 + \frac{x}{r}\frac{r}{l} + \frac{r^2}{4l}}},$$

et le Tableau que nous avons dressé des valeurs comparées de φ' et Φ montre que les conclusions précédentes sont encore vraies et que l'erreur maxima n'atteint pas un tiers de degré.

» Ce second procédé, beaucoup plus approché que le premier, est déjà d'une exactitude remarquable.

» On peut cependant augmenter encore beaucoup cette exactitude, sans compliquer les constructions, en remarquant que chacun des deux procédés qui précèdent est un cas particulier d'un tracé plus général où l'on joindrait les points a_1 à un point Ω pris sur la ligne des centres OO_1.

» La position du point Ω constitue un paramètre variable dont on peut disposer pour réduire l'erreur commise.

» Soient ω l'angle de Ωa_1 avec OO_1, ψ l'angle de Oa avec OO_1; posons $\frac{r}{l} = e$, $O\Omega = nr$, $O_1\Omega = mr$; on a

$$\sin(\theta - \omega) = m \sin\omega, \qquad \sin(\psi - \omega) = n \sin\omega,$$

d'où l'on déduit

$$\theta - \psi = \frac{(m-n)\sin\theta}{(1 + 2m\cos\theta + m^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{m^3 - n^3}{6} \frac{\sin^3\theta}{(1 + 2m\cos\theta + m^2)^{\frac{3}{2}}} + \ldots.$$

» Mais on a, d'autre part,

$$\cos\Phi = \frac{2\cos\theta + e(1 + \cos^2\theta)}{2(1 + e\cos\theta)}.$$

» On en conclut

$$\theta - \Phi = \frac{e}{2}\frac{\sin\theta}{1 + e\cos\theta} + \frac{e^2}{8}\frac{\sin\theta\cos\theta}{(1 + e\cos\theta)^2} + \frac{e^3}{48}\frac{\sin\theta(3\cos^2\theta + \sin^2\theta)}{(1 + e\cos\theta)^3} + \ldots,$$

ce qui donne pour expression de l'erreur commise

$$\Phi - \psi = -\frac{e}{2}\frac{\sin\theta}{1 + e\cos\theta} + \frac{(m-n)\sin\theta}{(1 + 2m\cos\theta + m^2)^{\frac{1}{2}}} - \frac{e^2}{8}\frac{\sin\theta\cos\theta}{(1 + 2\cos\theta)^2},$$

lorsqu'on néglige les termes du troisième ordre en e, m ou x.

» Exprimons maintenant que $(m - n)r$ est égal à OO_1, c'est-à-dire à $\frac{r^2}{2l}$; nous avons au même degré d'approximation

$$\Phi - \psi = \frac{e}{8}(3e - 4m)\sin\theta\cos\theta.$$

» On voit que, dans les deux procédés de M. Deprez, l'erreur est maxima

pour θ égal à 45°, ce qui correspond à $\cos\theta$ ou $\frac{x}{r}$ égal à $\pm\frac{\sqrt{2}}{2}$, comme nous l'avions trouvé par le calcul direct. Dans le premier tracé m est nul et l'erreur maxima est d'environ $\frac{3}{16}e^2$; dans le second n est nul, m est égal à $\frac{e}{2}$ et l'erreur maxima n'est plus que de $\frac{e^2}{16}$, trois fois moindre à peu près que dans le tracé précédent.

» Mais, pour annuler la partie principale de l'erreur, il faut prendre m égal à $\frac{3e}{4}$, c'est-à-dire Ω à gauche de O et à une distance de ce point représentée par $\frac{OO_1}{2}$ ou $\frac{r^2}{4l}$. Le calcul montre alors que l'erreur maxima est inférieure à six minutes.

» En résumé, si l'on adopte les tracés graphiques imaginés par M. Deprez, on a un procédé très simple, exigeant peu d'espace et fournissant un degré d'approximation très suffisant dans la généralité des cas.

» Si l'on recherche une exactitude presque complète, on peut, en modifiant ce procédé comme nous venons de le dire, obtenir un tracé présentant les mêmes avantages et dans lequel les erreurs commises ne représentent pas l'épaisseur du plus fin trait de crayon. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de la « Collection de Mémoires relatifs à la Physique, publiés par la Société française de Physique : tome III, Mémoires sur l'Électrodynamique, seconde Partie. » (Présenté par M. Wolf, au nom de la Société française de Physique);

2° « L'Œuvre scientifique de Paul Bert »; par M. le Dr *Edgar Bérillon;*

3° Des « Recherches expérimentales sur l'emploi des enveloppes de vapeur et du fonctionnement Compound, effectuées sur les chemins de fer du Sud-Ouest russes »; par M. *A. Borodine.*

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire considérable de M. *J. Bossert*, qui doit être inséré prochainement dans les *Annales de l'Observatoire* et

qui a pour titre : « Observations des comètes, faites à l'équatorial de Gambey, de l'Observatoire de Paris, de 1835 à 1855; réductions par M. *J. Bossert.* » (Présenté par M. Mouchez.)

Ces réductions se rapportent à trente-neuf comètes observées sous la Direction Arago. Elles ont été faites par E. Bouvard, Laugier, Mauvais, Faye, Mathieu, Goujon, Lépissier, Chacornac et Villarceau. Quelques-unes de ces observations se trouvent déjà publiées dans les *Comptes rendus*, mais la forme même de leur publication rend assez difficile la discussion et la correction des observations. Le plus grand nombre de ces observations sont inédites et inconnues des astronomes; la publication actuelle rendra de très grands services dans la théorie des comètes.

M. le général **Menabrea**, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Cornil** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Paul Bert.*

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'application de la Photographie aux nouvelles méthodes de M.* Lœwy *pour la détermination des éléments de la réfraction et de l'aberration.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« La Photographie me paraît pouvoir être appliquée avec succès et avec profit aux nouvelles et puissantes méthodes que M. Lœwy a récemment publiées pour la détermination des éléments de la réfraction astronomique. Je demande la permission d'examiner ici dans quelles conditions et par quels moyens l'enregistrement photographique pourrait être utilisé dans cette recherche.

» Je rappelle d'abord le principe de la nouvelle méthode :

» Considérons deux étoiles dont la distance angulaire soit très grande, et supposons une lunette dirigée vers le point milieu de l'arc de grand cercle qui joint les deux étoiles. Si, devant l'objectif de la lunette, on place un double miroir dans une position convenable, on pourra observer simultanément dans le même champ les images des deux étoiles. Les deux

images étant vues dans la lunette à quelques minutes d'arc l'une de l'autre, on pourra mesurer cette distance et, si l'une des étoiles est près de l'horizon, l'autre au zénith, la distance mesurée sera affectée de l'effet maximum de la réfraction. Si la même mesure est répétée quelques heures plus tard, lorsque les deux étoiles sont à la même hauteur au-dessus de l'horizon, l'effet de la réfraction sera, au contraire, le plus petit possible. La nouvelle distance mesurée différera donc considérablement de la première, et de la différence obtenue on pourra déduire la constante de la réfraction. Cela suppose, à la vérité, que la variation observée de la distance dépend de la réfraction seule. Or, plusieurs causes étrangères à la réfraction peuvent altérer cette distance. Ces causes sont : 1° de petits déplacements possibles des miroirs pendant les observations; 2° l'effet du mouvement diurne, en vertu duquel les deux images se déplacent avec des vitesses et dans des directions différentes.

» M. Lœwy a démontré, et c'est là un des traits essentiels de sa méthode, que, malgré ces causes de variation, il est un élément qui demeure constant, à savoir la projection de la distance sur la trace dans le champ du plan commun de réflexion des deux étoiles.

» Voici maintenant comment la Photographie pourrait être appliquée à cette méthode : je supposerai que le double miroir est placé devant l'objectif photographique d'un équatorial et que l'appareil se compose d'une lunette achromatisée pour les rayons chimiques et d'une lunette ordinaire disposée parallèlement à celle-ci, et servant de viseur. Alors, pendant toute la durée de la pose, l'observateur, au moyen du mouvement d'horlogerie et de la lunette viseur, maintient l'axe optique de cette lunette sur le point milieu de l'arc de grand cercle ou sur une étoile voisine de ce point. Le temps de pose écoulé, l'observateur, arrêtant le mouvement d'horlogerie, laisse pendant quelques instants les deux images se déplacer dans le champ de l'instrument; puis il recommence une nouvelle pose. En continuant ainsi, il obtient une série d'images sur la plaque photographique.

» L'analyse des mouvements différents que peut prendre le double miroir montre que le seul mouvement pouvant altérer les valeurs absolues des distances est celui qui aurait lieu autour de l'axe optique; mais, dans ce cas, la projection de la distance sur la trace du plan commun de réflexion, c'est-à-dire sur la trace du grand cercle qui contient les deux étoiles, demeure constante. C'est donc sur cette trace qu'il faudra mesurer les distances des couples d'images successivement obtenues.

» M. Lœwy a donné des formules qui permettent de calculer les angles

α et β de cette trace avec les directions suivant lesquelles les deux étoiles se déplacent en vertu du mouvement diurne.

» Or, en dirigeant les opérations comme je l'ai expliqué plus haut, l'angle de ces deux directions sera donné sur la plaque photographique elle-même. Cette remarque permet de simplifier le calcul et d'exprimer les angles cherchés α et β en fonction de l'angle γ et des seules déclinaisons des étoiles.

» L'invariabilité de la projection des distances résulte d'une propriété fort simple du mouvement uniforme de deux points et qui est la suivante : Si deux points animés de vitesses v et v' se meuvent uniformément suivant deux droites quelconques faisant entre elles un angle γ, il existe toujours une direction sur laquelle la projection de la distance de ces deux points reste constante. Les angles α et β de cette direction avec les deux droites sont déterminés par les relations

$$\cos\gamma - \sin\gamma \operatorname{tang}\alpha = \frac{v}{v'},$$

$$\cos\gamma + \sin\gamma \operatorname{tang}\beta = \frac{v'}{v}.$$

» Dans la question qui nous occupe, $\frac{v}{v'}$ est le rapport $\frac{\cos\delta'}{\cos\delta}$ des déclinaisons, et la direction déterminée est évidemment celle de la trace du plan commun de réflexion. On mesurera donc sur la plaque photographique l'angle γ, et l'une ou l'autre des formules précédentes fera connaître la direction sur laquelle on devra projeter les distances des couples d'images.

» Indépendamment des avantages généraux que présente la méthode de l'enregistrement photographique, il est à remarquer qu'on ne serait plus obligé de limiter la recherche aux étoiles brillantes; les faibles étoiles voisines des deux étoiles principales viendraient former leurs images sur les plaques; on pourrait donc les faire concourir à la détermination de l'élément cherché, et par là on augmenterait la précision du résultat obtenu dans une seule soirée de travail. Cet avantage deviendrait bien plus sensible encore, si l'on voulait appliquer la Photographie à la méthode que M. Lœwy a proposée pour la détermination directe de la constante de l'aberration, dans un des derniers numéros des *Comptes rendus*. Dans cette nouvelle méthode, en effet, l'une des opérations à effectuer consiste à évaluer l'effet parallactique des astres principaux, par la mesure des distances relatives des faibles étoiles voisines. Pour les recherches sur l'aberration, il serait

donc d'un grand intérêt d'augmenter le nombre des étoiles inscrites sur les plaques. Et comme, dans ce cas, l'effet de la réfraction se trouve, par la méthode elle-même, réduit à sa plus petite valeur, on pourrait, sans aucun inconvénient, prolonger les poses jusqu'à des limites de temps difficilement admissibles dans l'étude de la réfraction.

» Je dois me borner, pour le moment, à ces indications. Mon but principal, en publiant cette Note, est de prendre date et de me réserver le droit de poursuivre ces recherches dès que j'aurai les moyens de le faire. »

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes de Barnard et Brooks, faites à l'équatorial de* $0^m,38$ *de l'observatoire de Bordeaux par MM.* **G. Rayet** *et* **Courty**. (Présentées par M. Mouchez.)

Date. 1887.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log facteur parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log facteur parallaxe.	Étoiles de comp.	Observ.
			Comète Barnard.				
	h m s	h m s		° ′ ″			
Févr. 3....	17.21. 4,5	19.37.41,48	$-\bar{1},690$	57.57.47,0	−0,674	*a*	Courty.
4....	18. 9.27,5	19.40.42,90	$-\bar{1},669$	57.18.55,1	−0,595	*b*	Id.
			Comète Brooks.				
Janv. 30....	10.20.42,4	19.52.45,04	$+\bar{1},310$	11.37.38,4	−0,686	*c*	Rayet.
Févr. 4....	17.38.13,9	22.20.45,84	−0,342	9.58.40,1	−0,577	*d*	Courty.
5....	10.15.31,9	22.43.12,78	+0,271	10. 9.16,2	−0,700	*e*	Rayet.
7....	10.43.12,8	23.41. 0,88	+0.273	10.50.39,6	−0,661	*f*	Id.
9....	9.38.43,4	0.29. 9,29	+0,296	12. 7.17,3	−0,359	*g*	Id.
10....	7. 6.43,7	0.47.48,83	+0,191	12.50.55,3	+0,332	*h*	Courty.
10....	10. 5. 1,1	0.50.14,02	+0,269	12.57.11,2	−0,378	*i*	Rayet.
11....	7.43. 5,3	1. 7. 3,06	+0,190	13.52. 0,1	+0,156	*j*	Courty.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1887,0.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
	h m s	s	° ′ ″	″
a. Lalande, 37527 Cygne............	19.38.28,83	−1,47	57.50.23,2	+ 1,41
b. Weisse, H. XIX, n° 1327..........	19.42.14,73	−1,46	57.23.17,7	+ 1,59
c. Argelander, zone +78°, n° 694.....	19.56.12,15	−4,98	11.39.58,7	− 2,15
d. » » +79°, n° 735.....	22.18.27,09	−4,33	9.57.31,6	− 8,24
e. » » +79°, n° 750.....	22.43. 6,20	−3,88	10. 9.48,2	− 9,07

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
	h m s	s	° ′ ″	
f. Argelander, zone +79°, n° 790.....	23.35.14,53	−2,91	10.58.15,7	−10,32
g. » » +77°, n° 25.....	0.40.35,09	−1,63	12. 8.39,8	−11,32
h. » » +77°, n° 27.....	0.42.45,42	−1,61	12.39.46,9	−11,08
i. » » +76°, n° 33.....	0.59.33,45	−1,30	15.55.37,7	−11,31
j. » » +76°, n° 39.....	1.10. 6,80	−1,13	13.54. 5,1	−11,12

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces où la différence des rayons de courbure principaux en chaque point est constante.* Note de M. **R. Lipschitz.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Je désigne par ρ_1, ρ_2 les rayons principaux de courbure, par σ un angle de position qui détermine, dans le plan tangent, la portion de la direction relative à ρ_1 par rapport à une ligne fixe, représentant la projection d'une ligne parallèle à une direction fixe dans l'espace. Alors les coordonnées rectilignes x, y, z d'un point de la surface cherchée sont exprimées par deux angles θ et φ, à l'aide de deux constantes arbitraires L et M, comme vous allez voir.

» Soit, afin d'abréger l'écriture,

$$F(\cos\theta) = (1 - \cos^2\theta)^2 - (L - M\cos\theta)^2,$$
$$\Theta = \int \frac{2\,F(\cos\theta)}{\sin^3\theta}\cos\theta\, d\theta;$$

on a

$$x = \frac{\rho_1 - \rho_2}{2}\left[(\Theta - M\varphi)\cos\theta - \theta + L\varphi\right],$$
$$y = \frac{\rho_1 - \rho_2}{2}\left[(\Theta - M\varphi)\sin\theta\cos\varphi + \frac{M - L\cos\theta}{\sin\theta}\sin\varphi\right],$$
$$z = \frac{\rho_1 - \rho_2}{2}\left[(\Theta - M\varphi)\sin\theta\sin\varphi + \frac{M - L\cos\theta}{\sin\theta}\cos\varphi\right],$$

avec les relations suivantes :

$$\sin 2\sigma = \frac{L - M\cos\theta}{\sin^2\theta},$$
$$\cos 2\sigma = \frac{\sqrt{F(\cos\theta)}}{\sin^2\theta},$$
$$\rho_1 + \rho_2 = (\rho_1 - \rho_2)\left[\frac{\sqrt{F(\cos\theta)}}{\sin^2\theta} + \Theta\right]. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaine classe de suites récurrentes.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. Poincaré.

« Le problème général des suites récurrentes, abordé en premier lieu par Lagrange, a été résolu d'une façon tout à fait complète par M. Désiré André, dans une Thèse présentée, en 1877, à la Faculté des Sciences de Paris [1]. Nous ferons connaître néanmoins une formule qui résout le problème dans un cas spécial, intéressant, d'abord à cause de la forme particulièrement curieuse de l'expression que nous avons obtenue, ensuite parce qu'il nous semble bien difficile de déduire cette expression de la formule générale de M. André.

» La particularisation des données, dans ce cas, permet, en effet, d'aborder le problème par une voie toute différente de celle qui a été suivie par ce savant auteur.

» Considérons la suite (u), définie par les conditions initiales

$$u_1 = 0, \qquad u_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad u_{p-1} = 0, \qquad u_p = 0,$$

et la formule de récurrence

$$u_{p+n} = u_{p+n-1} + u_{p+n-2} + \ldots + u_n.$$

» Pour écrire l'expression que nous avons obtenue pour le terme général u_{p+n}, convenons d'abord :

» 1° *De représenter par* $P(n)$ *une fonction arithmétique définie par les caractères suivants : elle est égale à* -1 *quand* n *est un multiple impair de* $p+1$; *à* 1 *quand* n *est multiple pair de* $p+1$; *à* 0 *dans tous les autres cas.*

» *On peut* (quoique cela ne soit pas nécessaire pour l'objet que nous avons en vue) *donner diverses expressions d'une telle fonction, notamment celle-ci :*

$$P(n) = \cos\frac{n}{p+1}\pi \prod_{k=1}^{k=p} \frac{\sin\dfrac{n-k}{p+1}2\pi}{\sin\dfrac{-k}{p+1}2\pi}.$$

» 2° *De représenter, suivant l'usage, par* $E(x)$ *la partie entière de* x, *et*

---

(1) *Annales de l'École Normale supérieure*, 1878.

par C_μ^ν *le nombre des combinaisons de* μ *objets pris* ν *à* ν, *ce nombre étant pris égal à* 1 *pour* $\nu = 0$.

» *Cela posé, notre formule s'écrira ainsi*

$$(1)\quad u_{p+n} = P(n) + 2^{n-1} + \sum_{k=1}^{k=E\left(\frac{n-1}{p+1}\right)} (-1)^k \frac{n-k(p-1)}{k} C_{n-pk-1}^{k-1} 2^{n-1-k(p+1)}.$$

» Si maintenant nous considérons une série (U), définie par la même loi de récurrence, mais avec des conditions initiales ($U_1, U_2, \ldots, U_p$) quelconques, nous aurons, par application d'une remarque que nous avons faite ailleurs ([1]),

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} U_m = {} & U_1 u_{m+p-1} + (U_2 - U_1) u_{m+p-2} \\ & + (U_3 - U_2 - U_1) u_{m+p-3} + \ldots + (U_p - U_{p-1} - \ldots - U_1) u_m. \end{aligned} \right.$$

» Les formules (1) et (2) résolvent le problème spécial que nous avons envisagé, dans toute sa généralité.

» On peut remarquer que *le nombre* u_{p+n}, *dont l'expression est fournie par la formule* (1), *fait connaître combien, dans le système de numération dont la base est* $p+1$, *il y a de nombres, composés de chiffres tous différents de* 0, *dont la somme des chiffres est égale à* n. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les chaleurs spécifiques des liquides.* Note de M. **Marcellin Langlois**, présentée par M. Cornu.

« Les recherches que j'ai eu l'occasion de faire au sujet de l'origine des chaleurs spécifiques des liquides m'ont conduit aux observations suivantes :

» La molécule-enveloppe, seule, se comporte comme molécule liquide proprement dite : c'est ce qui résulte de mes déterminations relatives aux chaleurs de vaporisation.

» Les autres molécules, que j'ai désignées, dans une précédente Communication, sous le nom de *secondaires*, se comportent comme le feraient des molécules gazeuses. On n'a donc, à propos de ces dernières, quand on calcule la chaleur spécifique d'un liquide, qu'à déterminer la quantité de cha-

---

([1]) *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 3[e] série, t. III, p. 80.

leur qu'elles absorberaient si elles étaient à l'état gazeux et se dilataient sous pression constante.

» L'attraction P sur la surface moléculaire à l'état liquide varie, en effet, de quantités négligeables par rapport à elle-même quand on considère des températures assez rapprochées. Je la considérerai donc comme sensiblement constante dans les conditions où j'ai déterminé les résultats qui suivent.

» Quant à la molécule enveloppe, elle est, lorsque sa température s'élève, le siège d'une variation de la force vive de translation atomique, de laquelle il résulte une oscillation absorbant de la chaleur. J'appellerai celle-ci *chaleur d'oscillation*.

» Elle est représentée par l'équation

$$Q = \frac{1}{2E} \Sigma K m \frac{dV^2}{dt},$$

$$m = \frac{M}{2}, \qquad M = \frac{1}{g}, \qquad K = \frac{4}{\pi^2} = 0,4052.$$

Je rappellerai, en passant, que j'obtiens la valeur V de la vitesse à l'état liquide par rapport à la vitesse v à la même température et dans l'état gazeux (vapeur saturée) à l'aide de la relation

$$\frac{V^2}{v^2} = L \frac{R^3}{r^3}$$

(R, rayon moléculaire gazeux; r, rayon moléculaire liquide).

RÉSULTATS OBTENUS.

» *Eau*. — Ces trois atomes H-H-O se trouvent sur la surface de la molécule et ne forment pas de molécule secondaire. Il n'y a donc que de la chaleur d'oscillation.

Q........... 1,005 Trouvé....... 1,005

» *Sulfure de carbone* CS^2. — La molécule enveloppe comprend deux atomes C-S diamétralement opposés; à l'intérieur, molécule secondaire mono-atomique de soufre S.

Entre 0° et 10°, chaleur d'oscillation..................... 1,794
Chaleur absorbée par la molécule intérieure ($\frac{2}{3} \times 0,919$)... 0,612

Total............ 0,240 Trouvé........... 0,236 (Regnault)

» *Chloroforme* $CHCl^3$. — La molécule enveloppe comprend une molécule secondaire A-Cl et un atome Cl diamétralement opposé; à l'intérieur,

molécule secondaire mono-atomique de Cl (A = CH).

Entre 0° et 10°, C..... 2,28 Trouvé...... 2,33 (Regnault)

» *Chlorure de carbone* CCl^4. — La molécule enveloppe comprend une molécule secondaire C-Cl-Cl, un atome Cl diamétralement opposé et une molécule secondaire intérieure mono-atomique de Cl. C'est l'analogue du chloroforme.

Entre 0° et 10°, C..... 2,01 Trouvé...... 1,99 (Regnault)

» *Éther* $C^4H^{10}O$. — A l'intérieur de la molécule enveloppe, le radical C^2H^5O remplace Cl, par exemple, dans la molécule de chlorure d'éthyle, laquelle à la surface comprend

M-H H,

et, à l'intérieur, une molécule M = (CH^2) mono-atomique Cl. Le radical C^2H^5O forme donc, dans son ensemble, une molécule mono-atomique dont l'atome oxygène entraîne, dans son orbite, une molécule secondaire

M-H H = C^2H^5.

Trouver la chaleur spécifique de ce système revient donc à chercher la chaleur spécifique de deux molécules biatomiques et d'une mono-atomique.

Entre 0° et 10°, C..... 5,301 Trouvé..... 5,33 (Regnault)

» *Alcool* C^2H^6O. — Ce corps présente, dans sa chaleur de vaporisation, des anomalies qui s'expliquent de la façon suivante :

» A l'état de vapeur, la molécule enveloppe comprend deux molécules secondaires diamétralement opposées

M-H, M-(OH).

» A l'état liquide, l'une des deux devient intérieure, l'autre devenant molécule enveloppe.

Entre 0° et 10°, C.... 5,965 Trouvé...... 5,99 (Regnault)

» *Acétone* $CO(CH^3)^2$. — A l'état liquide, la molécule enveloppe comprend le radical (CO) faisant fonction d'atome comme M = (CH^2) et une molécule secondaire M-H-M-H jouant le rôle de tétratomique. C'est la molécule CH^4 = H-M-H à laquelle on ajoute M = (CH^2).

Entre 0° et 10°, C..... 5,07 Trouvé.... 5,1 (Regnault). »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur le pouvoir inducteur spécifique des liquides.* Note de M. **Negreano**, présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé de déterminer les constantes diélectriques d'une série de carbures d'hydrogène homologues et liquides, afin de comparer les constantes diélectriques aux poids moléculaires et aux densités. D'autre part, j'ai déterminé l'indice de réfraction de ces divers liquides, en vue de la vérification de la loi de Maxwell.

» Pour déterminer la constante diélectrique, on s'est servi d'un condensateur quadruple, le liquide en expérience étant enfermé dans une cuvette plate, et d'un électromètre apériodique de MM. Curie. Les charges ont été produites par une petite bobine d'induction. La méthode revient donc à celle qui a été employée par Gordon; toutefois le condensateur avait été construit d'une façon spéciale, permettant d'obtenir un très bon isolement et de bien connaître la température.

» L'indice de réfraction a été déterminé par rapport à la raie D du sodium, et à la raie rouge du lithium.

» Les deux Tableaux qui suivent résument les observations :

Comparaison entre la constante diélectrique et l'indice de réfraction.

Substances.	Constante diélectrique K.	Température de la détermination de K.	$\sqrt{K}$.	Indice de réfraction.	
Premier échantillon de *benzine*, contenant du thiophène.....	2,3206	26°	1,5316	$n_D = 1,4974$ $n_r = 1,4895$	26°
Second échantillon de benzine, contenant du thiophène.....	2,2988	25	1,5172	$n_D = 1,4978$	
Benzine pure sans thiophène..	2,2921	14	1,5139	$n_D = 1,5062$ $n_r = 1,5026$	15
Toluène....................	2,242	27	1,4949	$n_D = 1,4912$ $n_r = 1,4857$	27
Même échantillon............	2,3013	14	1,5165	$n_D = 1,4984$ $n_r = 1,4937$	15
Xylène (mélange de plusieurs isomères).................	2,2679	27	1,5059	$n_D = 1,4897$ $n_r = 1,4842$	27
Métaxylène................	2,3781	12	1,5421	$n_D = 1,4977$ $n_r = 1,4937$	15

Substances.	Constante diélectrique K.	Température de la détermination de K.	$\sqrt{K}$.	Indice de réfraction.	
Pseudo-cumène	2,4310	14°	1,5591	$n_D = 1,4837$ $n_r = 1,4797$	15°
Cymène	2,4706	19	1,5716	$n_D = 1,4837$ $n_r = 1,4792$	15
Essence de térébenthine	2,2618	20	1,5039	$n_D = 1,4726$ $n_r = 1,4690$	15

» On remarque que la différence entre la racine carrée et la constante diélectrique et l'indice de réfraction par rapport à la raie D affecte le chiffre des centièmes.

» D'après les déterminations faites sur le toluène, on peut remarquer que la constante diélectrique décroît avec l'augmentation de température, du moins dans certaines limites (faits observés, d'ailleurs, récemment par Palaz).

Comparaison entre la constante diélectrique, la densité et le poids moléculaire de la substance.

Substances.	Poids moléculaire.	Densité.	K.	$\sqrt{K}$.	$\frac{\sqrt{K}-1}{d}$.	$\frac{K-1}{d}$.	$\frac{K-1}{(K+2)d}$.
Premier échantillon de *benzine*	78	$d_{26} = 0,8803$	$K_{26} = 2,3206$	1,5316	0,60	1,500	0,34
Second échantillon de *benzine*	78	$d_{25} = 0,8756$	$K_{26} = 2,2988$	1,5172	0,59	1,48	0,34
Benzine pure	78	$d_{14} = 0,8853$	$K_{14} = 2,2921$	1,5139	0,58	1,459	0,34
Toluène	92	$d_{27} = 0,8608$	$K_{27} = 2,242$	1,4949	0,57	1,442	0,34
		$d_{14} = 0,8711$	$K_{14} = 2,3013$	1,5165	0,59	1,49	0,346
Xylène (mélange d'isomères)	106	$d_{27} = 0,8554$	$K_{27} = 2,2679$	1,5059	0,588	1,475	0,345
Métaxylène	106	$d_{12} = 0,8702$	$K_{12} = 2,3781$	1,5421	0,62	1,58	0,36
Pseudo-cumène	120	$d_{14} = 0,857$	$K_{14} = 2,4310$	1,5591	0,65	1,66	0,37
Cymène	134	$d_{19} = 0,851$	$K_{19} = 2,4706$	1,5716	0,67	1,72	0,38
Essence de térébenthine	136	$d_{20} = 0,875$	$K_{20} = 2,2618$	1,5039	0,57	1,44	0,337

» De l'ensemble de ce Tableau, on déduit :

» 1° Que la constante diélectrique croît, quand la molécule se complique;

» 2° Que le rapport $\frac{\sqrt{K}-1}{d}$ croît, quoique de quantités inégales, quand on avance dans la série;

» 3° Même remarque pour le rapport $\frac{K-1}{d}$;

» 4° Que le rapport $\frac{K-1}{(K+2)d}$ est à peu près constant; ce qui constituerait, pour un même liquide, une relation qui lie K à la densité; pour la série des corps que j'ai essayés et qui sont de la forme $C^m H^{2m-1}$, la valeur de ce rapport est une constante particulière à cette série ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la période variable du courant dans un système électromagnétique.* Note de M. R. ARNOUX.

« M. Leduc a présenté dernièrement à l'Académie ([2]), sur ce même sujet, une Note à propos de laquelle il me paraît nécessaire de faire quelques réserves.

» M. Leduc dit que l'équation différentielle

$$(1) \qquad E - iR = \frac{d\varphi}{dt}$$

n'est exacte que si l'on néglige : 1° le retard dans l'aimantation; 2° le magnétisme rémanent ou permanent; 3° l'énergie transformée en chaleur par les courants induits dans le fer.

» Il importe de faire remarquer que ces restrictions sont superflues, que l'équation précédente est toujours vraie, sans restriction aucune, parce que cette équation satisfait toujours au principe de la conservation de l'énergie. En effet, c'est en partant de ce principe même qu'on établit cette équation, en exprimant que le travail correspondant aux forces électromagnétiques est égal, pendant chaque intervalle de temps dt, à l'excès du travail fourni par l'électromoteur sur l'énergie calorifique dépensée dans le circuit, par l'équation

$$(2) \qquad Ei\,dt - i^2R\,dt = i\frac{d\varphi}{dt}dt,$$

$\frac{d\varphi}{dt}$ désignant *par définition* la force électromotrice d'origine quelconque qui s'oppose à l'établissement du courant définitif I.

» Il est facile de voir que l'équation (1), qui n'est que l'équation (2)

([1]) Ce travail a été effectué au laboratoire de Recherches physiques à la Sorbonne.

([2]) *Comptes rendus*, 31 janvier 1887, p. 286.

simplifiée, tient compte des trois restrictions formulées par M. Leduc. Cela n'est pas douteux pour l'énergie transformée en chaleur par les courants induits dans le fer, puisque cette énergie est nécessairement prélevée sur le travail développé par l'électromoteur. Quant au magnétisme rémanent et permanent, et au retard dans l'aimantation, ces causes réagissent nécessairement à chaque instant sur la valeur et la forme de la fonction $\frac{d\varphi}{dt}$.

» Il n'est pas douteux qu'il y ait un *retard dans l'aimantation* et que ce retard soit dû aux courants induits qui prennent naissance dans la masse du fer. En effet, quand on place un cylindre de *cuivre rouge* dans l'intérieur d'une bobine parcourue par un courant alternatif, l'expérience montre que ce cylindre atteint rapidement une température supérieure à celle de la bobine, par suite des courants d'induction développés dans la masse du métal. Le cylindre de cuivre joue donc, dans ces conditions, le rôle d'une seconde bobine placée à l'intérieur de la première et dont tous les circuits seraient fermés sur eux-mêmes. Il résulte de là que ces courants, qui ne circulent évidemment que pendant la période variable du courant inducteur, s'opposent pendant tout ce temps à l'établissement ou à la disparition du flux de force créé par ce courant et provoquent un retard dans l'établissement ou la disparition de ce flux. Quand on remplace le cylindre de cuivre rouge par un cylindre identique en fer, l'échauffement est encore plus marqué, bien que le fer oppose à la circulation de ces courants d'induction une résistance six fois plus grande, car la variation du flux est en général plus que six fois plus élevée que dans le cas d'un noyau de cuivre [1]. Dans certaines conditions d'excitation, cette valeur peut être dix à treize fois plus grande que dans le cuivre. La naissance de ces courants provoque donc, comme dans le cas du cylindre de cuivre, un *retard dans l'aimantation*.

» M. Frölich a proposé, il y a quelques années, la relation suivante

$$F = \frac{mI}{1 + \mu I},$$

qui lie la valeur F du champ magnétique à l'intensité I du courant en ré-

---

[1] La conséquence logique de ces faits d'expérience est que la détermination du coefficient de self-induction d'une bobine à noyau de fer doit être ramenée à celle du coefficient d'induction mutuelle de la bobine et de son noyau.

gime permanent. Il me semble que M. Leduc n'a pas été heureux dans le choix de cette formule, d'abord parce qu'elle est en désaccord complet avec l'expérience, pour les petites valeurs de l'intensité, qui sont précisément celles que M. Leduc a employées dans ses expériences, et ensuite parce que cette formule ne s'accorde, par ailleurs, avec l'expérience que dans le cas où le courant d'excitation a déjà atteint sa valeur de régime, ce qui n'est pas le cas où se place l'auteur. J'ai dit plus haut que la relation était en désaccord avec l'expérience pour les petites valeurs de l'intensité. Il résulte en effet des travaux de Joule, Wiedemann, Stoletow, Rowland, etc., que la courbe qui lie le flux de force à l'intensité commence par tourner sa convexité vers l'axe des intensités, puis présente un point d'inflexion pour les valeurs moyennes de I et tend ensuite vers un maximum asymptotique. L'équation de Frölich représente simplement une hyperbole équilatère passant par l'origine et ayant une asymptote horizontale; elle ne peut convenir que pour des intensités moyennes de courant.

» En admettant même que cette relation puisse être appliquée au régime variable du courant, l'équation différentielle à laquelle arrive l'auteur ne peut pas être intégrée entre $-\mathrm{I}$ et $+i$, qui est le cas où l'on renverse le courant dans l'appareil, et qui est précisément celui où s'est placé M. Leduc dans ses mesures. En effet, l'intégrale à laquelle arrive l'auteur, dans ce cas très complexe, ne peut donner qu'une valeur erronée du temps, parce que, pour renverser le courant, on est forcément obligé de rompre le circuit, ce qui a pour conséquence de faire passer la résistance R de ce circuit par toutes les valeurs possibles comprises entre sa valeur actuelle et l'infini. Or l'auteur suppose expressément, dans l'intégration de son équation différentielle, que R est une constante.

» D'ailleurs M. Leduc n'a pas cherché à vérifier cette formule par l'expérience; il s'est borné à tenter cette vérification dans le cas où le flux est une fonction linéaire de l'intensité. Dans ce cas, il arrive à l'équation

$$t = \frac{\mathrm{S}m}{\mathrm{R}} \,\mathfrak{L}\, \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I}-i}. \tag{3}$$

» A ce propos, l'auteur fait remarquer que cette formule et la relation connue

$$t = \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{R}} \,\mathfrak{L}\, \frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I}-i} \tag{4}$$

sont équivalentes. Il importe de remarquer qu'elles sont identiques. Le

produit Sm n'est pas autre chose, en effet, que le coefficient de self-induction L de l'équation (4) : l'homogénéité de l'équation (3) impose absolument cette condition. Il n'est donc pas surprenant que, dans ces conditions, l'expérience ait fourni à M. Leduc, pour le temps t, qui est nécessaire au courant ou au flux pour atteindre les $\frac{99}{100}$ de sa valeur finale, une valeur sensiblement double de la valeur calculée par la formule (3). Cet écart considérable provient surtout de ce que M. Leduc, au lieu d'opérer entre des valeurs moyennes de l'intensité, a opéré entre des valeurs très petites, pour lesquelles, ainsi que nous le faisons remarquer plus haut, le flux varie beaucoup plus vite que l'intensité.

» Dans le cas où le coefficient de self-induction L est constant, c'est-à-dire dans le cas où le flux varie proportionnellement à l'intensité, la relation (4) montre que le temps t varie exactement en raison inverse de la résistance totale R du circuit. Dans le cas où L est variable, le temps t est lié à R par une relation beaucoup plus complexe, que les expériences de M. Leduc ne permettent malheureusement pas d'entrevoir; car, dans les résultats d'expériences qu'il cite à la fin de sa Note, il ne donne pas la valeur de ce paramètre extrêmement important. »

PHYSIQUE. — *Recherches physiques sur l'isomérie de position.* Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. Cornu.

« Les trois carbures isomères, le paraxylène, l'orthoxylène et le métaxylène, constitués par des radicaux identiques, présentent un parallélisme remarquable dans leurs réactions chimiques. J'ai, en effet, réussi à transformer l'orthoxylène et le métaxylène en alcools, en glycols, en éthers, etc., isomériques avec les composés connus du paraxylène.

» Je me suis demandé alors si des corps aussi voisins par leurs propriétés chimiques n'étaient pas reliés par quelques relations physiques. Jusqu'ici ce sont les études calorimétriques qui m'ont donné les résultats les plus nets.

» 1° *Chaleurs spécifiques.* — L'examen des chaleurs spécifiques des corps solides montre que, pour des isomères, la chaleur spécifique diminue quand la densité croît; de sorte que le produit de ces deux constantes physiques est constant en cas d'isomérie.

» On peut rapprocher de ce résultat ce fait bien connu : l'écrouissage des métaux augmente leur densité et abaisse leur chaleur spécifique.

» Il est encore possible d'interpréter différemment ce résultat : l'expérience m'a montré que le coefficient de dilatation est sensiblement le même pour deux isomères; d'autre part, on vient de voir que le produit de la densité par la chaleur spécifique est constant; par conséquent, en vertu d'une proposition indiquée par M. Moutier ([1]), deux isomères auraient le même coefficient de dilatation sous volume constant, si toutefois la faible différence entre la densité des isomères ne laisse quelque doute sur la légitimité de cette interprétation. Voici les nombres :

	Chaleurs spécifiques entre			
	15° et 40°.	15° et 60°.	Densités.	C × D.
Bibromures xyléniques $C^6H^4(CH^2Br)^2$.				
Bibromure paraxylénique........	0,180	0,188	2,012	0,362
» orthoxylénique.......	0,183	0,190	1,988	0,363
» métaxylénique........	0,184	0,191	1,959	0,361
Bichlorures xyléniques $C^6H^4(CH^2Cl)^2$.				
Bichlorure paraxylénique........	0,282	»	1,417	0,414
» orthoxylénique.......	0,283	»	1,393	0,394
» métaxylénique........	0,295	»	1,370	0,404
Tétrachlorures xyléniques $C^6H^4(CHCl^2)^2$.				
Tétrachlorure paraxylénique......	»	0,242	1,606	0,290
» orthoxylénique.....	»	0,24	1,601	0,288

» 2° *Chaleurs de fusion.* — J'ai déterminé les chaleurs de fusion; elles diffèrent notablement d'un isomère à l'autre. En divisant la chaleur latente d'un composé par sa température absolue de fusion, j'ai obtenu des quotients identiques pour les isomères. De plus, en multipliant ces quotients par le poids moléculaire correspondant, les produits formés ont à peu près la même valeur, ainsi qu'il résulte du Tableau ci-dessous :

Bichlorure paraxylénique.......... $\frac{175 \times 32^{Cal},7}{273 + 100°} = 15,3$

» orthoxylénique......... $\frac{175 \times 29^{Cal}}{273 + 55°} = 15,4$

» métaxylénique......... $\frac{175 \times 26^{Cal},7}{273 + 34°} = 15,2$

([1]) Moutier, *Journal de l'École Polytechnique,* LIII° Cahier; 1883.

Bibromure orthoxylénique.........	$\dfrac{264 \times 24^{\text{Cal}},25}{273 + 95^{\circ}} = 17$
» métaxylénique	$\dfrac{264 \times 21^{\text{Cal}},45}{273 + 77^{\circ}} = 16,2$
Tétrachlorure paraxylénique.......	$\dfrac{244 \times 22^{\text{Cal}},1}{273 + 95^{\circ}} = 14,7$
» orthoxylénique.......	$\dfrac{244 \times 21^{\text{Cal}}}{273 + 86^{\circ}} = 14,3$
Carbure paraxylène...............	$\dfrac{106 \times 39^{\text{Cal}},3}{273 + 16^{\circ}} = 14,4$

» L'écart assez notable qui existe entre les quotients relatifs aux bromures provient, soit de ce que ces deux composés sont moins stables que les autres, soit de ce que la chaleur spécifique moyenne (0,199) qui a servi à calculer cette quantité est un peu faible, de sorte que la chaleur de fusion serait trop forte.

» Si ces résultats se généralisaient, on serait amené à conclure que : *Au point de fusion, la différence entre l'entropie du liquide et celle du solide serait constante* pour les isomères de position ([1]).

» *Rapportée aux poids moléculaires, cette différence ne serait pas sensiblement altérée par des substitutions du chlore à l'hydrogène.*

» La chaleur de fusion L est liée à la température t, à la pression p et à la contraction $v' - v$ par l'équation de Clapeyron et de Clausius

$$\frac{L}{273 + t} = \frac{1}{425}(v' - v)\frac{dp}{dt}.$$

» Nous venons de constater que, pour nos isomères, le premier membre de cette équation est constant; d'où

$$t = K(v' - v)(p - p_0),$$

c'est-à-dire que la température de fusion augmente proportionnellement à la pression dans les isomères que j'ai étudiés ([2]). »

([1]) On sait que l'*entropie* a pour expression $\int \frac{dQ}{T}$; or, dans les changements d'état, T est constant.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Cornu, que je remercie de ses bienveillants et précieux conseils.

CHIMIE. — *Action de l'oxyde de mercure sur quelques chlorures dissous.* Note de M. G. **André**, présentée par M. Berthelot.

« 1. *Chlorure de calcium et oxyde de mercure.* — M. Klinger a déjà décrit le corps CaCl, 2HgO, 4HO. Je n'ai pu obtenir un composé différent de celui indiqué par cet auteur et répondant au type de l'oxychlorure de calcium cristallisé. L'eau mère ne précipite pas à froid par un excès d'eau, il ne se fait qu'un louche jaunâtre. Mais, si la solution d'oxyde de mercure dans le chlorure de calcium, bouillante et concentrée, est versée dans un grand excès d'eau froide, il se produit un précipité rouge-brique, lequel, lavé et séché à 100°, répond à la formule de l'oxychlorure HgCl, 3HgO. Ce corps possède la composition et semble analogue comme couleur à l'oxychlorure de mercure, obtenu quand on verse à froid 1 volume d'une solution saturée de chlorure mercurique dans 1 volume d'une solution saturée de bicarbonate de potasse (Millon).

» 2. *Chlorure de baryum et oxyde de mercure.* — En dissolvant par une ébullition prolongée un excès d'oxyde jaune dans une solution saturée à froid de chlorure de baryum, on obtient, après filtration et refroidissement, un lacis très fin de petites aiguilles. Recueillies sur filtre et séchées dans du papier, elles répondent à la formulo BaCl, HgO, 6HO :

	Calculé.	Trouvé.
Cl	13,34	13,19
Ba	25,75	25,54
Hg	37,59	37,92
HO	20,30	19,86

» C'est là exactement le type de l'oxychlorure de baryum que j'ai antérieurement décrit. Traités par l'eau, ces petits cristaux deviennent jaunes; à 100° ils perdent à peu près $5^{éq}$ d'eau et le reste vers 150°. Chauffés dans un tube, ils dégagent leur eau, jaunissent, puis redeviennent blancs.

» L'oxyde rouge de mercure donne avec BaCl le même composé. Celui-ci, décomposé par un excès d'eau froide, fournit de l'oxyde rouge. En employant une solution plus étendue de chlorure de baryum, le rendement est plus faible.

» L'eau mère ne donne, quand on la verse dans un grand excès d'eau froide, qu'un trouble blanc; chaude, elle donne un faible précipité jau-

nâtre. En prenant poids égaux de BaCl cristallisé et d'eau, chauffant à l'ébullition après addition d'oxyde jaune et précipitant, après filtration, dans un excès d'eau froide, il se forme une plus grande quantité de flocons jaunes. Le corps ainsi obtenu constitue certainement un oxychlorure de mercure dont je ne puis donner cependant la formule exacte à cause du faible rendement.

» 3. *Chlorure de strontium et oxyde de mercure.* — Même mode de préparation qu'avec le chlorure de baryum. Le rendement est plus considérable; mais il faut, ici encore, opérer avec une solution de chlorure de strontium saturée à froid.

» Les cristaux ainsi obtenus, aiguilles plus longues et moins fines que celles du composé barytique, ne sont pas aussi purs que dans le cas précédent. Aussi, après qu'on les a rassemblés sur un filtre, faut-il les arroser à plusieurs reprises avec de l'alcool. Après séchage sur du papier, on a un composé dont la formule est identique à la précédente : SrCl, HgO, 6HO.

	Calculé.	Trouvé.
Cl	14,71	14,44
Sr	18,13	18,13
Hg	41,45	40,89
HO	22,38	22,82

» A 100° ce corps perd à peu près $3^{éq}$,5 d'eau et le reste à 130° en s'altérant. Il présente le type de l'oxychlorure de strontium, moins $3^{éq}$ d'eau; il jaunit au contact de l'eau froide.

» Il y a lieu de faire ici la même remarque que plus haut, relativement à la précipitation de l'eau mère par un excès d'eau froide. Le précipité n'est un peu notable qu'en employant des solutions chaudes et concentrées. Avec l'oxyde rouge, dans les mêmes conditions, on obtient le même composé cristallisé, lequel *jaunit* par action de l'eau froide.

» 4. *Chlorure de magnésium et oxyde de mercure.* — L'oxyde jaune, chauffé avec une solution saturée à froid de chlorure de magnésium, blanchit, puis se dissout; il ne se fait pas de précipité par refroidissement du liquide, mais celui-ci donne, avec un grand excès d'eau, un précipité blanc amorphe qui, lavé et séché à 100°, constitue l'oxychlorure 2HgCl, 3HgO.

» De l'étude dont je viens de donner sommairement les résultats, ainsi que de celle que j'ai publiée précédemment, il ressort que de semblables composés sont de véritables oxychlorures, présentant tantôt le même type

de formule que l'oxychlorure vrai, tantôt un type un peu différent. Ces deux ordres de composés se rapprochent encore par leur extrême altérabilité au contact de l'eau.

» Je continue l'étude de corps analogues. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'action de l'acide chlorhydrique sur la solubilité des chlorures.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, mars 1886), j'ai montré par quelques exemples que « la solubilité des chlorures que l'acide chlorhydrique précipite de leur solution aqueuse diminue, en présence de cet acide, d'une quantité correspondant sensiblement à un équivalent du chlorure pour chaque équivalent d'acide chlorhydrique ajouté ». J'ai fait remarquer que cette loi, qui n'est qu'une loi approchée, est vraie surtout au début de la précipitation et que, pour plusieurs chlorures, les trois quarts du sel en solution sont précipités conformément à cette loi.

» J'ai poursuivi l'étude de ce fait complètement inattendu, et j'ai observé qu'il est très général.

» Les chlorures des métaux des familles les plus différentes, ceux qui cristallisent à l'état anhydre, comme ceux qui cristallisent avec de l'eau, les plus solubles comme ceux qui ont une solubilité moindre, obéissent à cette loi au début de leur précipitation par l'acide chlorhydrique, et l'on ne voit aucune relation entre le point à partir duquel la précipitation d'un chlorure s'en écarte et les autres propriétés physiques et chimiques de ce sel.

» Je citerai deux nouveaux exemples pris parmi les chlorures les plus solubles dans l'eau.

Équivalents de chlorure de magnésium dans 10^{cc} de solution saturée en présence d'un nombre variable d'équivalents d'acide chlorhydrique.

	Mg Cl.	H Cl.	Somme des équivalents.	Densité.
I	99,55	0	99,55	1,362
II	95,5	4,095	99,595	1,354
III	90,0	9,5	99,5	1,344
IV	82,5	17	99,5	1,300
V	79	20,5	99,5	1,297
VI	71	28,5	99,5	1,281
VII	60,125	42	102,125	non prise
VIII	46,25	58,75	105	Id.
IX	38,5	68,5	107	Id.
X	32	76	108	Id.

Équivalents de chlorure de calcium dans 10^{cc} de solution saturée en présence d'un nombre variable d'équivalents d'acide chlorhydrique.

	Ca Cl.	H Cl.	Somme des équivalents.	Densité.
I.	92,7	0	92,7	1,367
II.	83,7	9,1	92,8	1,344
III.	77,1	16	93,1	1,326
IV.	66,25	29,25	95,5	1,310
V.	53,75	43,45	97,20	1,283
VI.	36,25	63,5	99,7	1,250
VII	20,3	95	115,3	1,238

» Les chlorures de baryum et de strontium se rapprochent du chlorure de sodium, c'est-à-dire sont précipités pendant fort longtemps par l'acide chlorhydrique équivalent à équivalent.

» Le chlorure de lithium se rapproche du chlorure de magnésium.

» Le chlorure de potassium se comporte comme le chlorure d'ammonium, dont la solubilité, ainsi que je l'ai déjà indiqué, diminue un peu moins que celle des autres chlorures, sous l'influence de l'acide chlorhydrique.

» Après ma première Communication sur ce sujet, M. Jeannel a étudié l'action de l'acide chlorhydrique sur la solution de chlorure de potassium (*Comptes rendus*, 9 août 1886). Cherchant à représenter le phénomène plus exactement que je ne l'avais fait, M. Jeannel imagina d'ajouter à la somme des équivalents de chlorure et d'acide le nombre d'équivalents d'eau contenus dans un même volume de solution et arriva à la conclusion suivante :

» Pour un même chlorure, les quantités de sel et d'acide contenues dans un même volume de dissolution peuvent varier dans des proportions considérables, sans que la somme des équivalents (eau, acide et sel) change de plus de quelques millièmes.

» Cette somme est encore la même, à quelques millièmes près, quel que soit le chlorure considéré.

» Il est à peine nécessaire de faire remarquer que le millier d'équivalents d'eau que M. Jeannel ajoute à $40^{éq}$ ou $50^{éq}$ de sel et d'acide est l'unique cause pour laquelle la somme de tous les équivalents (eau, acide et sels) ne s'éloigne pas beaucoup de 1000.

» S'il en fallait une preuve, il suffirait de constater, entre autres exemples, que pour le chlorure ammonique la somme de tous les équivalents, calculée par M. Jeannel, pour 10^{cc}, varie de $967^{éq}$ à $1021^{éq}$, soit une différence de $54^{éq}$, alors que 10^{cc} d'eau ne dissolvent que $46^{éq}$ de chlorure ammonique.

» Ce n'est, au contraire, que pendant que l'acide précipite le sel équivalent à équivalent que la quantité d'eau variable pour chaque chlorure est sensiblement la même pour un même chlorure.

» On ne saurait attribuer la cause de la précipitation du chlorure à une simple fixation d'eau par l'acide chlorhydrique, qui aurait pour conséquence de diminuer la solubilité du chlorure.

» Il me semble, en effet, incontestable, que l'eau de cristallisation des chlorures hydratés et l'eau qui se combine avec l'acide chlorhydrique interviennent comme dissolvant, puisque l'action est la même pour les chlorures anhydres et pour les chlorures hydratés calculés à l'état anhydre.

» D'autre part, la solubilité des divers chlorures étant fort différente, l'acide chlorhydrique devrait s'unir dans chaque cas à un nombre différent d'équivalents d'eau, et approximativement au nombre d'équivalents d'eau nécessaires pour dissoudre l'équivalent du sel.

» Cet état spécial d'équilibre s'observe également dans l'action de l'acide azotique sur la solution des azotates; mais, fait remarquable, l'acide sulfurique se comporte tout différemment en agissant sur la solution des sulfates avec lesquels il ne forme pas de sulfates acides. J'aurai l'honneur de communiquer prochainement ces faits à l'Académie, si elle veut bien me le permettre. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouveau procédé de dosage de l'acide carbonique expiré et de l'oxygène absorbé dans les actes respiratoires.* Note de MM. **M. Hanriot** et **Ch. Richet**, présentée par M. A. Richet.

« Toutes les méthodes qui permettent de doser avec une exactitude suffisante l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé dans la respiration exigent des appareils coûteux, compliqués, d'un maniement difficile, et de plus elles nécessitent des expériences de longue durée. La méthode que nous allons indiquer permet au contraire de faire rapidement et facilement de nombreuses séries d'expériences exactes.

» Notre procédé repose sur le principe suivant. L'air inspiré doit traverser un compteur à gaz (I) qui mesure son volume. L'air expiré traverse successivement deux compteurs (II et III) entre lesquels est placé un appareil qui absorbe l'acide carbonique. Il est clair que la différence de volume entre les compteurs I et III donnera le volume d'oxygène absorbé,

et celle qu'accusent les compteurs II et III donnera le volume d'acide carbonique produit.

» Les gaz expirés passent par un flacon laveur, contenant très peu d'eau; cette eau joue le rôle d'une soupape hydraulique de fermeture irréprochable : les gaz s'y refroidissent, puis ils arrivent au compteur II. Sur le trajet on a disposé un flacon plein d'eau communiquant par une tubulure inférieure avec un autre flacon vide. Cet appareil est destiné à amortir les changements brusques de pression, tels qu'il s'en produit dans des expirations fortes.

» Les compteurs (1) que nous employons sont des appareils de haute précision, fondés sur le principe des compteurs à gaz. Ils permettent de mesurer plusieurs mètres cubes avec une erreur maximum de 50^{cc}, ainsi que nous avons pu nous en assurer dans des expériences préalables, en les faisant traverser par un même courant d'air.

» La principale difficulté était l'absorption de l'acide carbonique. Autant ce gaz est facile à doser quand il est pur, autant il échappe à l'action des réactifs quand il est mélangé à un grand excès de gaz inerte. Nous sommes arrivés à une absorption complète, en faisant passer les produits expirés dans une large éprouvette, haute de $1^{m},50$, pleine de fragments de verre, et dans laquelle on fait tomber une pluie de lessive de potasse saturée, distribuée au moyen d'un tourniquet hydraulique. Un siphon qui s'amorce et s'arrête automatiquement permet de maintenir à un niveau constant le liquide qui s'amasse dans l'éprouvette. Nous avons pu constater que le gaz qui s'échappe du dernier compteur ne trouble pas l'eau de baryte.

» Restait à savoir dans quelle mesure la dissolution de l'acide carbonique dans l'eau des compteurs pouvait influencer les résultats. Nous avons donc dû soumettre notre méthode à une vérification expérimentale. A cet effet, nous avons fait passer dans nos compteurs différents volumes d'acide carbonique, mélangés à de grandes quantités d'air.

» Voici les résultats obtenus : ils ne sont pas choisis parmi les meilleurs; mais ils représentent la totalité de notre dernière série d'expériences, faites dans les conditions auxquelles nous nous sommes arrêtés (2) :

(1) Ils ont été construits sur nos indications par la maison Brunt.

(2) On sait que l'acide carbonique qu'on dégage du marbre contient toujours une certaine quantité d'air qui n'est pas négligeable. En outre, si rapide que soit l'ajustage des caoutchoucs, il y a, quoi qu'on fasse, perte par diffusion d'un volume appréciable de gaz.

Air.	CO^2 réel.	Trouvé.	Différence pour 100.	Proportions d'acide carbonique dans le mélange réelle.	trouvée.
lit.	cc	cc			
200.........	6800	6800	— 0,00	3,400	3,400
420.........	6800	6775	— 0,36	1,643	1,615
200.........	6800	6688	— 1,80	3,400	3,344
150.........	6800	6700	— 1,40	4,533	4,467
200.........	6800	6765	— 0,51	3,400	3,383
150.........	6800	6625	— 2,58	4,533	4,417
200.........	6800	6650	— 2,20	3,400	3,325
200.........	6800	6740	— 0,86	3,400	3,370
225.........	6800	6650	— 2,20	3,022	2,951
150.........	6800	6730	— 1,03	4,533	4,487

» Nous avons déjà fait de nombreuses expériences pour doser l'acide carbonique expiré chez l'homme, à l'état normal. Nous reviendrons prochainement sur le détail de ces recherches, qui nous ont permis de constater quelques faits nouveaux.

» Quoi qu'il en soit, cette méthode différentielle, applicable, avec quelques modifications, à l'analyse de divers mélanges gazeux, constitue pour le dosage des gaz de la respiration une méthode rigoureuse et simple. Elle sera appliquée, sans aucune difficulté, à la Physiologie et à la clinique médicale. »

PHYSIOLOGIE. — *Que deviennent les formiates introduits dans l'organisme?* Note de MM. **Gréhant** et **Quinquaud**.

« Avant de chercher ce que devient un formiate injecté dans le tube digestif ou dans le sang d'un animal, il a été nécessaire d'établir un procédé de dosage aussi exact que possible; après un grand nombre d'essais, nous nous sommes arrêtés aux trois opérations suivantes, qui nous ont donné d'excellents résultats :

» 1° Distillation dans le vide et au bain-marie de 50^{cc} du liquide organique renfermant le formiate; on verse dans ce liquide 4^{cc} d'acide sulfurique monohydraté : la distillation, obtenue par la pompe à mercure, est continuée jusqu'à ce que l'acide seul reste dans le ballon à long col;

» 2° Neutralisation du liquide distillé et contenant l'acide formique; évaporation réduisant le volume à 5^{cc} ou à 10^{cc};

» 3° Décomposition du formiate par l'acide sulfurique à l'aide d'un appareil spécial : nous avons pris un ballon de verre, dont le col est fermé par un bouchon de caoutchouc à trois trous : l'un est traversé par un tube de sûreté, dont la boule est à moitié pleine d'acide sulfurique; l'autre, par un tube abducteur qui plonge dans une cuve à eau; le troisième, par une burette graduée et à robinet contenant de l'acide sulfurique.

» On introduit dans le ballon les 5^{cc} ou 10^{cc} du liquide évaporé, qui est une solution de formiate; on fait traverser l'appareil par un courant d'acide carbonique, afin de chasser l'air, puis on place au-dessus du tube abducteur un flacon plein d'eau pour recueillir les gaz; on fait écouler dans le ballon 10^{cc} ou 20^{cc} d'acide sulfurique, volume double du volume de liquide introduit; on chauffe jusqu'à cessation du dégagement gazeux.

» Le gaz recueilli est agité avec une solution de potasse qui absorbe l'acide carbonique; on fait passer le gaz restant dans une grande éprouvette graduée; on absorbe l'oxyde de carbone résultant de la décomposition du formiate, à l'aide d'une solution de protochlorure de cuivre dans l'acide chlorhydrique.

» En opérant ainsi avec 1^{gr} de formiate de soude dissous dans 50^{cc} d'eau, nous avons trouvé 204^{cc} d'oxyde de carbone, nombre inférieur au chiffre théorique, mais qui peut servir de base à nos recherches comparatives.

» D'autre part, si l'on distille 50^{cc} d'urine normale de chien avec 6^{cc} à 8^{cc} d'acide sulfurique monohydraté, on obtient, par notre procédé, 2^{cc} d'oxyde de carbone, tandis que 50^{cc} d'urine normale, additionnés de 1^{gr} de formiate de soude et soumis au même traitement, donnent le même volume de gaz qu'une solution faite dans l'eau pure.

» Nous appuyant sur ces données, nous avons fait de nombreuses séries d'expériences sur le modèle des suivantes : Nous avons injecté dans l'estomac d'un chien 5^{gr} de formiate de soude dissous dans 100^{gr} d'eau distillée, puis l'animal a été placé pendant trois jours dans une cage à urines; celles-ci, recueillies et soumises aux trois opérations de notre procédé, nous ont donné un volume d'oxyde de carbone égal à 688^{cc}, correspondant à $3^{gr},37$ de formiate de soude.

» De plus, nous avons injecté dans la veine jugulaire d'un chien 20^{cc} d'eau distillée contenant en solution 4^{gr} de formiate de soude; les urines recueillies quarante-huit heures après ont donné $453^{cc},7$ d'oxyde de carbone, correspondant à $2^{gr},22$ de formiate; deux jours après, on trouve encore 40^{cc} d'oxyde de carbone, qui correspondent à $0^{gr},27$ de formiate,

ce qui fait en tout $2^{gr},49$ de formiate éliminé par les urines; pendant plusieurs jours encore, on retrouve des traces de formiate dans le liquide urinaire.

» Nous concluons de ces analyses que le formiate de soude injecté dans les voies digestives ou dans le sang passe en majeure partie dans les urines sans éprouver la moindre décomposition.

» En outre, d'autres expériences nous ont fait constater que ces mêmes urines ne contiennent pas de carbonate en excès ([1]). »

TOXICOLOGIE. — *Recherches sur la toxicité de la colchicine.* Note de MM. **A. Mairet** et **Combemale**, présentée par M. Charcot.

« Dans le but de rechercher le mécanisme de l'action physiologique de la colchicine et, par suite, de préciser l'emploi thérapeutique de cette substance, nous avons repris dans son ensemble l'étude physiologique de ce corps, étude qui, dans l'état actuel de la Science, offre encore de nombreux desiderata. Dans la présente Note, nous étudierons la colchicine prise à dose toxique.

» Nos recherches ont porté sur cinq chiens et deux chats, auxquels on administrait la colchicine par les voies hypodermique et stomacale. Disons immédiatement que le degré de résistance a été le même pour ces deux espèces d'animaux, et que les phénomènes observés, à part leur rapidité d'apparition, ont été analogues, quelle que fût la voie d'entrée; la dose seule devait varier pour les produire.

» Par la *voie hypodermique*, la dose toxique minima est de $0^{gr},000571$ par kilogramme du poids du corps; les symptômes observés alors sont les suivants : dans les deux premières heures, excitation, inquiétude, bâillements, étouffement, halètement, sécheresse des muqueuses, dilatation pupillaire, chute de la fréquence du pouls, qui peut baisser d'un tiers, chute de la température de près de 1°.

» De deux à quatre heures après, apparition des phénomènes gastro-intestinaux, d'autant plus rapide que la dose est plus élevée : salivation, nausées, vomissements alimentaires, puis spumeux ou sanguinolents, ténesme rectal, fèces sanguinolentes, dures ou liquides suivant l'état de

([1]) Ces recherches ont été faites au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. le Professeur Rouget.

réplétion antérieure du tube digestif; les flancs de l'animal se creusent; pollakiurie, urines pâles et abondantes, dépression intellectuelle et fatigue physique, respiration difficile, pouls plus fréquent, refroidissement notable des extrémités; les déjections diarrhéiques se rapprochent.

» De quatre à huit heures après, les phénomènes gastriques et intestinaux dominent toujours : vomissements spumeux, diarrhée sanguinolente (raclures de boyaux), épreintes intenses, coliques, gargouillement intestinal, douleur abdominale à la pression, salivation; peu ou plus d'urine, dépression considérable, frissons cutanés, refroidissement.

» De quinze à dix-huit heures après, résolution complète, respiration faible et ralentie, urines sanguinolentes, déjections intestinales composées de raclures de boyaux, de lambeaux de muqueuse, striées de sang ou de bile, ténesme. Refroidissement de plus en plus considérable; et de quinze à quarante heures après, mort.

» Par *ingestions stomacales,* entre $0^{gr},0008$ et $0^{gr},0011$ par kilogramme du poids du corps, des phénomènes très graves se produisent déjà : hématurie, méléna, selles noires et fétides, abaissement de la température ($0^{\circ},5$), respiration oppressée, diminuée de fréquence, pouls fréquent, petit et filiforme; superpurgations; mais l'animal ne meurt pas. Pendant trois ou quatre jours après l'administration, on retrouve encore du sang dans les fèces, l'animal maigrit, ne mange pas ou vomit s'il mange, puis peu à peu ces phénomènes s'atténuent et, au bout de sept à huit jours, il est revenu à la normale.

» A la dose de $0^{gr},00125$ par kilogramme d'animal, la mort survient dans les quarante-huit heures, après un tableau symptomatique identique à celui que nous avons indiqué pour les injections hypodermiques : une seule différence, les phénomènes toxiques et les troubles gastro-intestinaux sont plus tardifs, ils ne commencent que douze ou quinze heures après la prise.

» A l'*autopsie* (peu importe la voie d'entrée), on constate les phénomènes suivants : inflammation et hémorragies stomacales, congestion violente et hémorragies par points et par plaques sur l'intestin, avec maximum sur le duodenum, le pylore, au niveau de la valvule iléo-cæcale, et sur le rectum; le contenu de l'intestin est jaunâtre, gluant; foie uniformément congestionné, vésicule biliaire gonflée; suffusions sous la capsule splénique; reins enflammés dans leurs deux substances. Hémorragies sous-endocardiques et œdème des valvules sigmoïdes. Congestion et hémorragies pulmonaires sous-pleurales et parenchymateuses. Congestion généralisée de l'encéphale et de la moelle dans leur enveloppe et leur substance propre,

pouvant aller jusqu'à la suffusion : hémorragies punctiformes dans la substance grise au renflement lombaire. Congestion des os au niveau des épiphyses, congestion de la moelle osseuse.

» Désirant nous rendre compte des phénomènes auxquels donne lieu l'intoxication lente, et dans le but de savoir si la colchicine s'accumule dans l'économie, nous avons soumis un animal à des injections sous-cutanées quotidiennes de cette substance à une dose bien inférieure aux doses toxiques, et qui même, nous l'établirons dans une autre Note, atteint à peine la dose purgative. Nous donnions chaque jour $0^{gr},00016$ par kilogramme d'animal et nous observions : le premier jour, pollakiurie, dépression, halètement, salivation, fèces non diarrhéiques; le deuxième, nausées, anurie et les mêmes phénomènes, mais plus accentués que la veille; le troisième, affaissement physique et intellectuel; le quatrième, nausées, fèces molles et diarrhée aqueuse avec raclures de boyaux; le cinquième, même état, auquel s'ajoutent du ténesme, de l'hématurie, du méléna; refroidissement et mort.

» En résumé :

» 1° Le tableau symptomatique et les résultats microscopiques prouvent que la colchicine se comporte comme un poison irritant pouvant porter son action du côté de tous les organes, mais avec prédominance, toutefois, du côté du tube digestif et des reins.

» 2° La dose toxique minima de la colchicine chez le chien et chez le chat est variable, suivant que l'on introduit cette substance par la voie hypodermique ou par la voie gastrique. Dans le premier cas, cette dose est de $0^{gr},000571$; dans le second, de $0^{gr},00125$ par kilogramme du poids du corps.

» 3° L'action toxique de la colchicine se produit plus rapidement par la voie hypodermique que par la voie stomacale.

» 4° La colchicine s'élimine par divers émonctoires et en particulier par les urines; mais cette élimination est lente, et des doses non toxiques et relativement faibles ($0^{gr},00016$ par kilogramme du poids du corps) peuvent amener la mort dans l'espace de cinq jours.

» 5° La colchicine congestionne les extrémités articulaires et la moelle osseuse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des effets de la transfusion du sang dans la tête des animaux et de l'homme décapités*. Note de M. **J.-V. Laborde**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Dans la séance du 31 janvier dernier, MM. G. Hayem et G. Barrier ont présenté une Note intitulée : *Expériences sur les effets des transfusions du sang dans la tête des animaux décapités* (*Comptes rendus*, p. 272). Après avoir rappelé la mémorable expérience faite sur ce même sujet, il y a une trentaine d'années, par M. Brown-Séquard, les auteurs ajoutent :

» Depuis cette époque, cette expérience si intéressante n'a été, que nous sachions, répétée par aucun physiologiste. Nous avons pensé qu'il serait utile de combler cette lacune.

» Ici se trouve un renvoi qui dit en propres termes :

» Nous devons mentionner cependant les deux essais de transfusion faits par M. Laborde sur des têtes humaines, bien que ces opérations aient été exécutées dans des conditions où elles ne pouvaient donner aucun résultat, c'est-à-dire une heure au moins après la détroncation.

» Nous remercions les auteurs de la Note d'avoir bien voulu mentionner, au moins, deux de nos essais; mais ils auraient pu facilement aller jusqu'à *cinq* et citer surtout les deux qui ont donné progressivement des résultats tellement démonstratifs que la « lacune » en question leur eût peut-être paru moins profonde.

» Nous ne pouvons, on le comprend, reproduire ici les détails, même essentiels, de nos expériences, qui ont été consignés tout au long dans la *Revue scientifique*, dans la *Tribune médicale* et dans le premier Volume des *Travaux du laboratoire de Physiologie* (1). Qu'il nous suffise de rappeler les principaux points et résultats suivants de nos recherches.

» I. Après avoir répété et varié de plusieurs manières, même dans nos Leçons de démonstrations physiologiques, l'expérience de M. Brown-Séquard sur les animaux de diverses espèces (Chien, Chat, Lapin), et en

(1) *Revue scientifique*, 21 juin 1884, n° 25; 25 juillet 1885, n° 5; 28 novembre 1885, n° 22. — *Tribune médicale*, 29 juin 1884, n° 828, p. 303, et n° 829; 9, 16, 23 août 1885, 19 juillet et 2 août 1885. — *Travaux du laboratoire de Physiologie*, 1885, p. 167.

avoir constaté les résultats invariables et tels que les avait parfaitement et définitivement observés M. Brown-Séquard (voir *Tribune médicale*, n° 887, p. 390), nous avons eu l'idée d'interroger directement la substance cérébrale, à la suite de la décapitation, avant et après la restitution de la circulation sanguine, tant chez l'animal en expérimentation que chez l'homme, en profitant, autant que possible, pour ce dernier, du supplice de la détroncation.

» II. Outre le procédé ancien de transfusion indirecte avec du sang défibriné, nous avons employé pour la première fois, dans ces conditions, comme nous l'avions fait depuis longtemps dans nos recherches de Toxicologie expérimentale, le procédé de communication vasculaire directe d'animal à animal, ou de l'animal à l'homme (expériences sur la tête de Menesclou, de Campi, de Gamahut, de Gagny (Troyes), de Heurtevent (Caen).

» III. Dans ces expériences sur la tête humaine, qui présentaient un intérêt tout nouveau, *la question étant expérimentalement jugée chez les animaux*, ce n'est pas toujours, ainsi que le prétendent MM. Hayem et Barrier dans leur citation incomplète, *une* heure après la décapitation que nous avons pu opérer la transfusion : il nous a été possible de la faire dans un cas (celui de Gamahut) assez tôt pour réveiller l'excitabilité presque éteinte du nerf facial ; et dans un second cas, le plus important, celui de Gagny à Troyes, à partir de la sixième minute après la décapitation, et dans lequel nous avons vu persister les phénomènes d'excitabilité cérébrale durant *cinquante* minutes, c'est-à-dire plus que le double du temps où elle persiste en dehors de la restitution sanguine par transfusion.

» IV. Ce dernier fait positif, rapproché des faits négatifs (Menesclou, Campi, Heurtevent) dans lesquels la transfusion trop tardive n'a pas été capable de ramener la fonction définitivement éteinte des éléments de la substance cérébrale, nous a permis, d'une part, de fixer la véritable limite de cette extinction et de montrer, d'autre part, dans sa réalité, le pouvoir que possède la restitution sanguine de faire revivre et persister cette fonction.

» V. La recherche directe de l'excitabilité des éléments nerveux, qui n'avait pas été faite, avant nous, dans ces conditions, était nécessaire pour apprécier la réalité de la persistance ou de la cessation des fonctions cérébrales ; car cette persistance peut avoir lieu alors que toute manifestation extérieure due aux phénomènes d'ordre *réflexe* est abolie ; il suffit, pour

cela, de la perte de la sensibilité périphérique, qui est précisément la première à disparaître.

» Cette recherche nous a permis, en outre, d'étudier et de déterminer la survie relative des différents points de la masse encéphalo-cérébrale, depuis sa surface jusqu'à sa base, et de montrer ainsi que l'excitabilité des noyaux des nerfs bulbo-protubérantiels est la dernière à s'éteindre.

» VI. En ce qui concerne les phénomènes *volontaires* proprement dits, ou de la *vie consciente*, qui ne doivent pas être confondus avec les manifestations extérieures d'ordre réflexe, tels que contractions et spasmes musculaires, mouvements respiratoires des narines, des lèvres, de la langue, etc., il résulte de nos expériences, tant sur les animaux que sur les suppliciés, que, s'il est permis d'entrevoir la possibilité de leur persistance, après la décapitation, cette persistance n'est que de très courte et très rapide durée, et que, pour la faire revivre ou l'empêcher de s'éteindre, la condition expresse est de restituer l'irrigation sanguine immédiatement après la décapitation ou le plus proche possible de celle-ci. La démonstration de cette condition a été le but essentiel et constant de nos recherches, et nous y insistons, à satiété, dans tous nos écrits sur ce sujet.

» VII. Rappelons, enfin, que nous avons prévu et indiqué, en passant, la possibilité d'une application pratique de nos expériences dans certains cas d'affections cérébrales graves, anatomiquement caractérisées par l'anémiation ou par l'ischémie (apoplexie, épilepsie ischémiques, par exemple), et dans lesquelles la transfusion encéphalique pourrait avoir une efficacité immédiate et peut-être persistante. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la morphologie comparée du cerveau des Insectes et des Crustacés.* Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Chez les Crustacés décapodes la partie sus-œsophagienne de la chaîne ganglionnaire se compose de trois régions principales:

» La première, qui comprend à la fois les ganglions optiques et le renflement antérieur du cerveau, innerve les yeux et le premier zoonite auquel ceux-ci appartiennent.

» La deuxième, qui comprend le renflement cérébral moyen, donne naissance au nerf de l'antenne interne ou antennule et au nerf tégumentaire du deuxième zoonite.

» La troisième, qui est représentée par le renflement cérébral postérieur, innerve le troisième zoonite et donne naissance au nerf des antennes externes ou grandes antennes.

» Ce sont là des faits aujourd'hui bien connus, grâce surtout aux travaux de MM. Berger, Kregier, Bellonci.

» Il m'a paru nécessaire, pour la commodité des descriptions, de donner un nom particulier à chacune des trois grandes régions de la portion sus-œsophagienne de la chaîne ganglionnaire. Je désigne la première sous le nom de *protocérébron* (cerveau du premier zoonite); j'appelle la seconde *deutocérébron* et la troisième *tritocérébron*.

» Le protocérébron, malgré la multiplicité et la haute différenciation des parties qui le forment, peut pourtant se laisser comparer à un ganglion ordinaire de la chaîne ventrale, car les parties symétriques qui entrent dans sa constitution sont réunies l'une à l'autre sur la ligne médiane par des fibres transverses, comme cela s'observe pour tous les ganglions de la chaîne ventrale. La même remarque s'applique au deutocérébron.

» Il n'en est plus de même pour le tritocérébron, car les deux masses nerveuses qui composent cette partie *paraissent* n'être en aucune maniére unies l'une avec l'autre sur la ligne médiane. Faut-il donc penser que le ganglion du troisième zoonite s'éloigne à ce point du plan de structure commun à tous les autres ganglions de la chaîne nerveuse.

» L'étude que j'ai faite du cerveau des Orthoptères (*Acridium, Locusta, Ephippigera*) m'a permis de faire disparaître cette apparente anomalie.

» Dans les genres que je viens de citer (et probablement chez tous les Insectes), la partie sus-œsophagienne de la chaîne ganglionnaire est constituée comme chez les Crustacés.

» Dans l'un et l'autre de ces types, le protocérébron innerve les organes visuels et est constitué identiquement par les mêmes parties (lame ganglionnaire, chiamas interne et externe, masses médullaires, corps pédonculé, corps central, etc.)

» La même remarque s'applique au deutocérébron. Chez l'Insecte comme chez le Décapode, chacune des moitiés du deutocérébron se compose de deux parties, une ventrale (lobe olfactif), caractérisée par des formations toutes spéciales (les glomérules olfactifs) et une dorsale ne présentant pas de formations spécifiques. Chez l'Insecte, le nerf de l'antenne présente deux racines distinctes : l'une sort du lobe olfactif, l'autre de la partie dorsale du deutocérébron. Chez le Crustacé, le nerf de l'antenne interne offre identiquement les mêmes origines. Mais la similitude ne

s'arrête pas là. Chez le Crustacé de la partie dorsale du deutocérébron, naît le nerf connu sous le nom de *nerf tégumentaire;* même fait se présente chez l'Orthoptère : un nerf partant de la partie dorsale du deutocérébron se rend aux téguments céphaliques situés en arrière des yeux.

» Le tritocérébron, qui chez les Insectes n'avait point été reconnu comme une région spéciale du cerveau, est particulièrement facile à étudier chez les Orthoptères que je viens de citer. Il a la même structure et les mêmes connexions que chez les Décapodes; comme dans ce dernier type, il est formé d'une paire de masses nerveuses ne se touchant pas sur la ligne médiane et *paraissant* n'être unies l'une à l'autre par aucune fibre transverse.

» Le tritocérébron, chez l'Insecte, donne naissance au nerf du labre et, chez le Crustacé, au nerf de l'antenne externe. Nous sommes donc forcés de considérer ces deux nerfs comme homologues.

» L'absence de fibres commissurales entre les deux moitiés du tritocérébron n'est qu'apparente. Si, en effet, nous recherchons l'origine de cette petite anse nerveuse qui embrasse en dessous l'œsophage et que les anatomistes désignent sous le nom de *commissure transverse de l'anneau œsophagien,* nous reconnaissons que ce tractus nerveux sert en réalité à unir l'une à l'autre les deux moitiés du tritocérébron.

» Nous pouvons donc dire que chez l'Insecte le cerveau doit être considéré comme formé de trois paires de ganglions primordiaux. Les deux premières sont dans toutes leurs parties sus-œsophagiennes, la troisième est dans le même cas en ce qui concerne sa masse principale; mais sa commissure transversale est restée sous-œsophagienne.

» Il me paraît certain que cette formule peut s'appliquer aux Décapodes, bien que chez ces animaux, en raison de certaines difficultés techniques, il m'ait été jusqu'à présent impossible de m'assurer de l'origine réelle des fibres qui composent la commissure transverse de l'anneau œsophagien.

» Les faits que je viens d'exposer me paraissent démontrer jusqu'à l'évidence la similitude de constitution du cerveau des Crustacés et des Insectes. De cette constatation découlent des conséquences morphologiques importantes et qui nous forcent à admettre qu'il existe chez l'Insecte, comme chez le Crustacé, trois zoonites prébuccaux, répondant aux trois divisions du cerveau.

» Le premier porte, dans l'un et l'autre cas, les organes visuels; le deuxième porte l'appendice qu'on nomme *antennule* chez le Crustacé et *antenne* chez l'Insecte; le troisième, qui chez le Crustacé porte les an-

tennes externes, est, chez l'Insecte, en tout ou en partie, représenté par le labre.

» Je n'ai point la prétention de formuler une conception morphologique nouvelle du squelette céphalique des Insectes : je constate seulement que des faits nouveaux, tirés de l'examen du système nerveux, viennent à l'appui d'une théorie émise depuis longtemps et qui ne paraît pas avoir trouvé grand crédit chez les entomologistes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Observations sur le système nerveux des Prosobranches ténioglosses*. Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Dans une Note antérieure, j'ai montré par quelles transitions s'effectue le passage du système nerveux des Aspidobranches au système nerveux zygoneure qui appartient à la très grande majorité des Pectinibranches. On sait que le système nerveux typique des Prosobranches est caractérisé, non seulement par une commissure viscérale tordue en huit de chiffre, mais par deux anastomoses importantes entre les nerfs palléaux. La première s'établit à gauche entre un nerf palléal antérieur issu du ganglion palléal (branchial) postérieur et un nerf palléal issu du ganglion sus-intestinal; la seconde unit à droite deux nerfs palléaux dont l'un se détache du ganglion palléal droit, l'autre du ganglion sous-intestinal. Cette dernière anastomose est la plus importante, car elle conduit au système nerveux zygoneure; elle a un caractère tout à fait primitif chez les Aspidobranches chiastoneures; on la retrouve encore très modifiée chez la Littorésie, la Paludine, les Cyclostomidés et même les Naticidés; enfin, chez les Mélaniidés et les Cérithidés, elle conduit directement au système nerveux zygoneure par toutes les transitions. Ainsi les Mélanies, les Pyrènes parmi les Mélaniidés, les vraies Cérithes et les Vertagus parmi les Cérithidés, ne sont pas encore tout à fait zygoneures; tandis que les Mélanopsis parmi les Mélaniidés, les Pyrarus, les Cérithidés et les Télescopium parmi les Cérithidés ont une zygoneurie parfaite, et le ganglion sous-intestinal se rattache directement au ganglion palléal droit. L'anastomose du côté gauche n'arrive que très rarement au contraire à former une zygoneurie gauche, c'est-à-dire à unir directement le ganglion palléal gauche et le ganglion sus-intestinal; j'ai pourtant trouvé cette zygoneurie chez les Ampullaires dextres, chez les Ampullaires sénestres

(*Lanister, Meladomus*), chez quelques Crépidus, chez les Natices, les Sigorets, les Lamellaires et les Cyprées.

» Ces transitions, fournies par la commissure viscérale entre les Aspidobranches et les Pectinibranches, se retrouvent également dans certains autres caractères, notamment dans les connectifs du stomato-gastrique, qui passent sous les muscles superficiels de la masse buccale avant d'atteindre les ganglions buccaux, et dans la commissure labiale des Aspidobranches qu'on retrouve encore chez les Paludines et les Ampullaires dextres et sénestres.

» Les cordons ganglionnaires du pied unis entre eux par des anastomoses transversales caractérisent également les Aspidobranches, mais Simroth a montré que la Paludine les possédait également. Par tous ses caractères, le système nerveux de la Paludine rappelle le système nerveux des Aspidobranches; pourtant il en diffère par la séparation qui s'est effectuée entre les ganglions palléaux et les cordons ganglionnaires pédieux, ensuite par une grande réduction dans le nombre des anastomoses transversales, qui se réduisent à quatre. Le système nerveux des Cyclophoridés est venu atténuer ses différences. Le système nerveux du *Cyclophorus tigrinus* a tous les caractères du système nerveux de la Paludine; mais ses longs cordons ganglionnaires pédieux, presque parallèles, sont unis par un très grand nombre d'anastomoses transversales plus ou moins régulièrement situées, une quinzaine au moins; en outre, les ganglions palléaux fusiformes reposent côte à côte sur le plancher cavitaire et sont réunis par de très courts et larges connectifs aux ganglions pédieux. C'est le milieu entre les Turbos, les Troques et les Paludines. Du reste, les ganglions antérieurs de la commissure croisée ne sont pas encore développés, ou du moins sont si réduits qu'ils ne s'aperçoivent pas à la loupe. Les deux anastomoses palléales existent chez les Cyclophores, et celle de droite indique une zygoneurie très prochaine. Outre leur intérêt morphologique, ces observations permettent de rapprocher les Cyclophores des Paludines : leurs relations avec les Cyclostomes sont beaucoup plus éloignées.

» Par atavisme sans doute, les cordons ganglionnaires pédieux scalariformes peuvent se retrouver chez des formes bien plus élevées en organisation. Ainsi j'ai observé ces cordons chez toutes les Cyprées (*Cypræa arabica, cervus, moneta, vitellus, pandhemia*, etc.) avec un grand nombre d'anastomoses transversales assez régulières. J'en ai conservé dans une préparation de *C. arabica*. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Les mâles du* Lecanium hesperidum *et la parthénogénèse*. Note de M. **R. Moniez.**

« On sait le dimorphisme sexuel que présentent d'ordinaire les Coccides : les mâles, contrairement aux femelles, sont ailés et subissent des métamorphoses complètes; chez quelques formes seulement, ils sont dépourvus d'ailes. Dans beaucoup d'espèces, toutefois, ils sont encore inconnus; on admet que les femelles se reproduisent habituellement sans leur concours et qu'ils apparaissent seulement de temps à autre; plusieurs auteurs admettent même que peut-être les mâles n'existent pas pour certaines formes.

» Parmi les Coccides dont on a vainement cherché les mâles, il faut citer le *Lecanium hesperidum*. Leydig, de novembre à janvier, rencontra seulement des femelles qui toutes portaient des embryons à différents stades; le premier, il compara les générations successives de ces animaux, sans le concours des mâles, à celles des Pucerons (1854); Leuckart, plus tard, chercha également les mâles, mais sans plus de succès, et il ne put rencontrer de spermatozoïdes, sur plusieurs centaines de femelles; il fit de la Cochenille qui nous occupe un animal parthénogénétique : « une fécondation par des » mâles, jusqu'ici inconnus, dit-il, se fait peut-être de temps à autre, mais » rien n'autorise à dire que cette fécondation soit régulière et nécessaire ». Cette opinion fut partout admise, et aucun auteur ne parle de parthénogénèse sans citer l'exemple du *Lecanium hesperidum*.

» Or, cette espèce n'est nullement parthénogénétique ; du moins, nous en avons trouvé les mâles en abondance, dans presque toutes les femelles de différentes provenances que nous avons examinées en grand nombre, depuis le mois de septembre jusqu'à ce jour (mi-février) ; ils sont peut-être plus nombreux en automne. Je les ai toujours trouvés isolés chacun dans un cul-de-sac ovarien, et les culs-de-sac contenant les mâles m'ont paru mêlés à ceux qui renfermaient les larves de femelles.

» J'ai pu observer plusieurs stades du développement de ces animaux : dans le premier, il n'existe aucun organe externe et le corps semble entièrement occupé par les follicules testiculaires, encore indifférenciés; la coque est très mince, absolument close. Un deuxième stade se distingue du précédent par des plis de l'enveloppe, au nombre de cinq ou six, et qui cor-

respondent sans doute aux anneaux; l'évolution des spermatozoïdes est effectuée, et l'on distingue nettement les testicules, refoulés par le développement des rudiments des organes. A un troisième stade, qui représente l'animal parfait, la peau montre les ornements en saillie qui caractérisent l'adulte, les antennes et les pattes sont développées; on remarque les mamelons qui portent les deux très longues soies caudales, entre lesquels se trouve le pénis; celui-ci est court et très large, muni à sa base d'une série de longues soies. Le jeune mâle n'a pas trace d'yeux, sa peau reste fort mince, ce qui contraste avec les téguments chitinisés et les yeux bien développés des jeunes femelles, qu'on trouve en même temps dans le corps de la mère; il mesure environ 340μ de longueur sur 150μ de large.

» Le mâle du *Lecanium hesperidum* est donc caractérisé, entre tous ceux qui sont aujourd'hui connus, par sa taille exiguë, la forme du pénis, l'absence d'yeux et d'ailes, les caractères des téguments, et par le développement des spermatozoïdes avant l'apparition des membres, à un stade qui correspond sans doute à celui de chrysalide.

» J'ai pu suivre le développement des produits mâles et j'ai constaté des différences importantes avec ce que l'on sait sur les formes voisines, l'*Aspidiotus nerii*, par exemple, récemment étudié par O.-C. Schmidt. Les masses réfringentes et arrondies que nous considérons comme des follicules testiculaires se différencient sous des aspects variables : tantôt il se forme à leur intérieur une cellule mère seulement, et l'on trouve alors, à côté de cet élément, un ou plusieurs corps arrondis, d'aspect graisseux, tantôt réunis à un pôle, tantôt régulièrement disposés tout autour; d'autres fois, on observe deux spermatoblastes plus ou moins complètement séparés, à côté desquels se trouvent des globules en régression, si l'un d'eux est plus petit que l'autre. Le spermatoblaste devient granuleux et semble se sectionner en éléments difficiles à distinguer les uns des autres et fort petits; bientôt des cils très courts percent la membrane d'enveloppe et, quand ils se sont multipliés, on voit, en place de la membrane détruite, les saillies formées par les éléments d'où se détachent les cils. Ceux-ci vont continuer à se développer de part et d'autre, aux dépens du corps qui les porte, et bientôt la cellule mère est transformée en une sphère échinée de spermatozoïdes disposés comme des rayons, excessivement nombreux, très raides, de même diamètre dans toute leur étendue, sauf aux extrémités, qui sont acuminées. On peut voir, par dilacération, de véritables raphides formés par ces éléments, qui peuvent aussi entourer une vacuole, ou sont,

parfois encore, engagés par une extrémité dans une masse protoplasmique indifférenciée, dont ils sortent en rayonnant.

» L'organisation du mâle ne permet pas de douter qu'il y ait accouplement; cet acte a-t-il lieu dans le corps de la mère ou à l'extérieur? C'est ce que nous ne pouvons décider. Nous n'avons pu trouver le mâle au dehors, même sous la mère, mais son état d'imperfection nous porte plutôt à admettre que les femelles sont fécondées dans l'appareil femelle.

» Si l'on considère maintenant que les spermatozoïdes sont mûrs chez le *Lecanium hesperidum*, alors que les mâles manquent encore de tout appareil de relation, on ne peut s'empêcher de penser qu'un état transitoire ici, ou même un degré plus inférieur encore dans le développement, puisse être définitif chez quelque espèce de la même famille ou de tout autre groupe. On conçoit même que les mâles puissent être tellement rudimentaires qu'ils soient réduits, dans le corps de la mère, aux éléments sexuels, et qu'il se produise ainsi chez elle une sorte de faux hermaphroditisme; ils pourraient encore être représentés, au degré le plus infime, par des éléments indifférenciés, mais qui se mettent néanmoins en relation avec les ovules : il devient ainsi tout naturel que les prétendus *pseudova* soient identiques, dans leur évolution, avec les œufs ordinaires, et l'on a déjà émis l'hypothèse, à propos des Pucerons agamogénétiques, que le développement des ovules était déterminé par l'hermaphroditisme des femelles. Quoi qu'il en soit, les mâles échappant à l'observation dans tous ces cas, l'on ne pourra manquer de conclure à la parthénogénèse ou à la pédogénèse, qui en est une forme. On comprend enfin que ces mâles réduits puissent, en certaines saisons et sous des influences déterminées, grâce à une évolution plus lente des produits génitaux, acquérir un développement parfait et se montrer avec des caractères normaux.

» Ces considérations semblent pouvoir s'appliquer, jusqu'à preuve du contraire, aux différents animaux parthénogénétiques, à la réserve peut-être de certains Hyménoptères chez lesquels les phénomènes sont plus compliqués. La parthénogénèse constitue un fait singulier qui, jusqu'ici, n'a pu recevoir d'explication suffisante, et peut-être, comme beaucoup d'autres faits en apparence aberrants, rentrera-t-elle complètement un jour sous la loi générale de la reproduction sexuée. »

ZOOLOGIE. — *Sur les recherches zoologiques poursuivies durant la seconde campagne scientifique de l'*Hirondelle, 1886. Note du Prince **Albert de Monaco**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La deuxième campagne scientifique de l'*Hirondelle*, que j'ai précédemment fait connaître à l'Académie par son côté hydrographique, a permis en outre l'exécution de travaux zoologiques dont M. Jules de Guerne s'était chargé.

» Une première série de cinq dragages, réalisée au large de la côte française, entre les latitudes de Belle-Isle et de la Gironde, et jusqu'à la profondeur de 166^m, n'est pas allée plus loin, vu la persistance du mauvais temps.

» Une autre série de neuf dragages, jusqu'à la profondeur de 510^m, s'échelonne sur la côte nord d'Espagne, entre le cap Peñas et le cap Finisterre, sans s'écarter à plus de 34 milles de terre.

» Entre ces quatorze coups de chalut, neuf autres opérations ont été faites au moyen de dragages, de fauberts, d'un palancre et d'un grand casier. Ce dernier appareil, construit en toile métallique, sur mes plans, avait les proportions suivantes :

Forme cylindrique.

Grand axe	$2^m,60$
Petit axe	1^m
Maille	$0^m,007$
Poids	70^{kg}
Entrée double.	

» Convenablement amorcé, il devait nous fournir des animaux trop agiles pour que le chalut pût les ramasser. Il devait préserver la récolte de tout dommage autre que des effets de la décompression. Enfin, il pouvait travailler sur les fonds de roche dangereux pour le chalut.

» Sur la côte d'Espagne, ce casier a rapporté la première fois, de 14^m, 14^{kg} des poissons suivants : *Julis vulgaris* Cuv. et Val., *Labrus bergylta* Asc., *Conger vulgaris* Cuv., *Gadus luscus* Linn. et quelques *Portunus puber* L.

» Mouillé par 120^m la deuxième fois, il est remonté avec un *Acantholabrus palloni* Riss., une vingtaine de *Munida rugosa* Fabr. et Riss, et une *Cirolana spinipes* Sp. Bate et West.

» La capture de cet Isopode montre que le casier retient aussi les animaux de petite taille.

» La troisième fois, descendu à 363^m, il a été perdu par le fait de la rupture de son câble.

» Le chalut, démontable, construit sur le même modèle que ceux du *Talisman*, mais plus petit, avait les dimensions suivantes :

Armature	hauteur	$0^{m},76$	Poids total : 174^{kg}.
	longueur	$1^{m},60$	
Lest avant		30^{kg}	
Lest arrière		15^{kg}	
Filet	prof	$5^{m},70$	
	maille	$0^{m},015$	
	fil	$0^{m},009$	

» Le câble à son usage avait 840^{m} de longueur et pesait 840^{kg}.

» Cet appareil a révélé la présence d'une faune très riche, sur les pentes de sable fin plus ou moins vaseux qui s'étendent au large des côtes de France et par 130^{m} à 166^{m} de profondeur.

» Parmi les Annélides, extrêmement abondantes, je citerai : *Ditrypa Arietina* O.-F. Müll. et divers types des genres *Hyalinoecia* et *Hermione*.

» Parmi les Mollusques, le plus répandu est *Astarte sulcata* de Costa.

» Parmi les Amphipodes, trois formes, non signalées en ces parages, ont été recueillies : *Eusirus longipes* Bœck., *Epimeria cornigera* Fabr., *Tryphosa longipes* Sp. Bate.

» Parmi les Décapodes, entre autres espèces intéressantes, il convient de citer : *Heterocrypta Marionis* A. M.-Edw., *Portunus tuberculatus* Roux, *Eupagurus tricarinatus* Norm., *Ebalia nux* Norm., *Pontophilus spinosus*. Ces deux dernières espèces figurent dans la dernière série de nos dragages sur la côte espagnole et jusqu'à une profondeur de 510^{m}.

» Plusieurs de ces formes n'avaient été signalées auparavant qu'à des latitudes plus hautes ou à des profondeurs plus grandes.

» Dans la seconde série d'opérations, du cap Peñas au cap Finisterre, et qui fait suite à la première campagne du *Travailleur* en ces parages, le chalut, manœuvré péniblement sur des fonds tantôt vaseux, tantôt rocheux, mais toujours fortement inclinés, nous a montré l'existence d'une faune particulièrement riche en Bryozoaires, Hydraires, Échinodermes.

» Je citerai, parmi ces derniers, une Holothurie rose de grande taille, appartenant au genre *Stychopus*, et d'une espèce peut-être nouvelle.

» Parmi les Crustacés, on a recueilli, vers 300^{m}, *Ergastichus Clouei*, espèce découverte par la deuxième expédition du *Travailleur*, dans une profondeur plus grande. A 500^{m}, sur fond de vase, par latitude 43°12′50″ nord et par longitude 11°53′30″ ouest, on a eu : *Cymonomus granulatus* Norm., *Ægeon fasciatus* Riss. et plusieurs espèces de *Pandalus*.

» La seconde partie de notre croisière appartenait à une grande expé-

rience hydrographique, entreprise l'an dernier par l'*Hirondelle*, et qu'il fallait continuer; mais les intérêts de la Zoologie n'ont pas été perdus de vue pour cela. Des pêches comparées, de jour et de nuit, faites à la surface et jusqu'à une certaine profondeur au moyen de filets diversement construits, nous ont montré une faune pélagique nombreuse et dense, paraissant fuir la lumière du soleil; car les espèces qui, la nuit, remplissaient notre filet de surface ne commençaient à paraître de jour que vers une profondeur de 30^m.

» C'est ainsi que, par 49° 49′ latitude nord et 19° 48′ longitude ouest environ, de nombreux bancs de Méduses (*Pelagia noctiluca*), assez épais pour offrir l'apparence de longues coulées d'encre répandues à la surface, furent traversés par le navire durant plusieurs nuits, tandis que de jour quelques rares échantillons des mêmes Méduses passaient le long du bord en compagnie d'œufs de Mollusques ou de Cœlentérés à divers états de développement, et de résidus. J'ajouterai que les susdites masses de Méduses, vues d'en haut, ne présentaient aucune phosphorescence, mais que celle-ci apparaissait quand les ombrelles, violemment inclinées par le remous du navire, laissaient voir les parties qu'elles recouvrent.

» Un poisson intéressant nous est arrivé dans le filet fin vers 42° 23′ latitude nord et 18° 33′ longitude ouest. C'est un *Scopelus Coccoi* Cocc. »

M. A. Coret adresse une nouvelle Note relative à son « gyroscope équatorial », avec des dessins à l'appui.

M. Jules Garnier informe l'Académie qu'il est parvenu à obtenir industriellement du chrome pur, extrait de son minerai oxydé, le chromite de fer.

La méthode se compose de deux opérations : 1° séparation complète du sesquioxyde de chrome et du fer, combiné ou non; 2° fusion réductrice du sesquioxyde de chrome, donnant le chrome métallique.

M. Ch. Degagny adresse une Note de Physiologie végétale, intitulée : « Du rôle du noyau cellulaire dans l'emploi des hydrates de carbone. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. A. V.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 FÉVRIER 1887.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Détermination de la constante de l'aberration. Premier procédé d'observation;* par M. LŒWY.

« Nous allons maintenant faire connaître successivement les propriétés géométriques sur lesquelles reposent les diverses méthodes destinées à l'évaluation de la constante de l'aberration. Nous commencerons par les deux procédés qui, au point de vue théorique, ont un peu moins de rigueur que la méthode générale, mais qui fournissent néanmoins dans la pratique des résultats avec une précision très élevée. Leur application est en outre très importante : elle offre non seulement la possibilité d'envisager le problème d'une manière différente, mais elle fournit encore le moyen de déterminer en même temps, avec une grande exactitude, deux autres constantes physiques, la variation de la réfraction provoquée par un changement dans la température ou par un changement dans la pression atmosphérique.

» En désignant par λ', β' et λ'', β'' les longitudes et latitudes des deux étoiles, par $\lambda = \frac{\lambda' + \lambda''}{2}$ la longitude de la médiane, par p l'angle de la médiane avec la direction du mouvement terrestre, par L la longitude du Soleil, par Δ la distance des deux astres dans l'espace, par γ leur distance angulaire dans le champ de la lunette, par k la constante cherchée de l'aberration, par t le nombre de jours écoulés entre les deux époques conjuguées, par θ la température, par l la différence des lectures effectuées en pointant les deux astres qui paraissent à côté l'un de l'autre dans la lunette et respectivement par m, a, b, d l'effet produit sur la distance par : 1° les mouvements propres des deux étoiles dans un jour sidéral; 2° la variation de la réfraction due à un changement de 1° dans la température; 3° le changement de 1^{mm} dans la pression barométrique, et 4° la dilatation du miroir tenant à un changement de 1° dans la température : alors on aura l'action de l'aberration sur les coordonnées écliptiques, à l'aide des formules connues,

$$d\lambda' = -k\cos(\lambda' - L)\,\text{séc}\,\beta', \qquad d\beta' = k\sin(\lambda' - L)\sin\beta',$$
$$d\lambda'' = -k\cos(\lambda'' - L)\,\text{séc}\,\beta'', \qquad d\beta'' = k\sin(\lambda'' - L)\sin\beta'',$$
$$\cos\Delta = \cos(\lambda'' - \lambda')\cos\beta''\cos\beta' + \sin\beta''\sin\beta';$$

en différentiant cette dernière équation et remplaçant $d\lambda'$, $d\lambda''$ et $d\beta'$, $d\beta''$ par leurs valeurs, on trouve

$$\begin{aligned}\sin\Delta\, d\Delta = {} & k\sin(\lambda' - \lambda'')[\cos(\lambda'' - L)\cos\beta' - \cos(\lambda' - L)\cos\beta''] \\ & + k\sin\beta'\sin(\lambda' - L)[\sin\beta'\cos\beta''\cos(\lambda'' - \lambda') - \cos\beta'\sin\beta''] \\ & + k\sin\beta''\sin(\lambda'' - L)[\sin\beta''\cos\beta'\cos(\lambda'' - \lambda') - \cos\beta''\sin\beta'],\end{aligned}$$

formule qui donne la variation $d\Delta$ de l'arc produit par l'aberration.

» Dans ces formules différentielles ne figurent pas les termes dépendant de l'excentricité de l'orbite terrestre; ces faibles quantités restent constantes pendant toute l'année et sont, par conséquent, indépendantes de L ou de la direction du mouvement de l'orbite terrestre. L'inconnue cherchée s'obtenant toujours par la comparaison de deux mesures l_1 et l_2 faites à deux époques différentes, ces termes ne jouent aucun rôle dans la différence $l_1 - l_2$ et peuvent être entièrement négligés. En observant toujours à la même heure sidérale, comme on le verra plus tard, il est également permis, pour des raisons analogues, de laisser complètement de côté les termes dépendant de l'aberration diurne.

» Nous allons, pour plus de généralité, étudier l'action de l'aberration

sur deux étoiles situées en dehors du plan de l'écliptique, mais ayant la même latitude.

» Posant $\beta' = \beta''$, on a

$$\cos\Delta = \cos(\lambda''-\lambda') - \sin^2\beta'[\cos(\lambda''-\lambda') - 1], \qquad \sin\frac{\Delta}{2} = \sin\frac{\lambda''-\lambda'}{2}\cos\beta',$$

$$\cos\frac{\lambda''-\lambda'}{2}\cos\beta' = \sqrt{\cos^2\frac{\Delta}{2} - \sin^2\beta},$$

$$\sin\Delta\, d\Delta = 2k\cos\beta'\sin\left(\frac{\lambda''+\lambda'}{2} - \mathrm{L}\right)$$

$$\times\left\{\sin(\lambda''-\lambda')\sin\frac{\lambda''-\lambda'}{2} + [\cos(\lambda''-\lambda') - \cos\Delta]\cos\frac{\lambda''-\lambda'}{2}\right\}$$

et

$$(\mathrm{A}) \qquad \left\{\begin{aligned} d\Delta &= 2k\cos\beta'\sin\left(\frac{\lambda''+\lambda'}{2} - \mathrm{L}\right)\cos\frac{\lambda''-\lambda'}{2}\operatorname{tang}\frac{\Delta}{2} \\ &= 2k\sqrt{\cos^2\frac{\Delta}{2} - \sin^2\beta'}\sin(\lambda - \mathrm{L})\operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}; \end{aligned}\right.$$

d'où

$$d\Delta = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p.$$

» On reconnaît immédiatement, par l'inspection de la formule (A), que l'effet de l'aberration est d'autant plus considérable que β est plus faible et Δ plus grand. Si l'on veut baser l'étude sur les observations d'un seul couple d'étoiles, il sera donc préférable de choisir pour ce but deux étoiles zodiacales. En posant $\beta = 0$, on aura alors

$$d\Delta = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\sin(\lambda - \mathrm{L}) = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p;$$

et, pour deux époques différentes, on obtient les deux équations suivantes

$$l' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p', \qquad l'' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'',$$

$$(\mathrm{A}') \qquad l'' - l' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p').$$

» Pour faciliter la discussion, nous allons supposer que l'on combine deux à deux les observations pour lesquelles p' est égal à environ $180 - p''$; il résulte ainsi

$$(\mathrm{B}) \qquad l'' - l' = 4k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'.$$

» En posant $p' = 0$, $p'' = 180°$, l'équation (A') fera connaître pour un couple d'étoiles zodiacales la plus grande variation de l'arc que peut faire

naître l'aberration, et la formule $4k \sin\frac{\Delta}{2}$ fournit pour chaque angle du double miroir $\alpha = \frac{\Delta}{2}$ la valeur numérique de cet effet maximum. Ainsi, pour $\alpha = 45^\circ$ et $\alpha = 60^\circ$, on trouve respectivement

$$l'' - l' = 2\sqrt{2}k \qquad \text{et} \qquad l'' - l' = 3,46k.$$

» Comme on le voit, l'aberration exerce sur la distance de deux étoiles une action plus considérable que sur les coordonnées de chaque étoile; au point de vue de la solution rigoureuse du problème, le procédé basé sur la mesure de la distance présente donc une supériorité notable sur la méthode ordinaire reposant sur l'observation de l'une ou l'autre des deux coordonnées d'un astre.

» Dans le cas où $\alpha = 45^\circ$, en posant $p' = 45^\circ$ et $p'' = 135^\circ$, on aura

$$l'' - l' = 2k;$$

comme la variation de $p = \lambda - L$ dépend uniquement de L, de la longitude du Soleil, on voit qu'en effectuant une série d'observations pendant la période où p oscille entre 45° et 135°, on obtiendra des variations notables de l'arc qui, déjà après trois mois, atteindront le double de la constante de l'aberration, résultat qu'on ne peut acquérir qu'après six mois avec la méthode usuelle. On arriverait au même but en commençant la première mesure à l'instant où $p' = 135$ et en effectuant la dernière à l'instant où $p'' = 225$. En vérité, les observations se feront seulement dans cette dernière condition, car on aura alors le grand avantage de pouvoir exécuter tout le travail dans le courant de la soirée. En effet, on a alors

$$p' = \lambda - L = 135^\circ, \qquad \lambda = 135^\circ + L,$$
$$p'' = \lambda - L = 225^\circ; \qquad \lambda = 225^\circ + L.$$

Comme cela est visible maintenant, la médiane se trouve, dans l'intervalle de temps considéré, à une grande distance du Soleil, sa longitude différant de celle de cet astre de 135° à 225°. La valeur du coefficient de k dans l'équation (B) oscillera entre 1 et 2 pour toutes les valeurs de p' comprises entre 135° et 159°,3; par suite, les observations des vingt-cinq premiers jours combinées avec celles des vingt-cinq derniers jours de la période trimestrielle considérée feront connaître la valeur de la constante avec une très grande précision. On arriverait à des conclusions encore plus avantageuses en adoptant $\alpha = 60^\circ$, mais nous ferons connaître plus tard les règles qui doivent être suivies pour le choix de l'angle α.

» L'étude ainsi effectuée serait d'une rigueur absolue si l'on pouvait considérer l'angle α du double miroir comme un élément invariable; nous allons montrer comment on peut constater l'accroissement ou la diminution $d\alpha$ de l'angle, si toutefois cette quantité $d\alpha$ existe, et en tenir compte avec exactitude. En posant, dans l'équation (A), $\lambda'' = 180^\circ - \lambda'$, $\frac{\Delta}{2}$ sera égal à β' et le facteur $\sqrt{\cos^2\frac{\Delta}{2} - \sin^2\beta}$ s'annule; alors, quelle que soit la valeur de L, on a toujours $d\Delta = 0$. Il en résulte ainsi une conclusion d'une importance fondamentale : « *Lorsque les latitudes des étoiles sont les mêmes et que leurs longitudes diffèrent de* 180°, *le grand cercle qui relie les deux astres échappe, à toute époque, à l'action de l'aberration.* » En observant donc un couple d'étoiles zodiacales, on obtiendra, comme nous l'avons indiqué plus haut, des effets considérables de l'aberration, tandis que la mesure du couple d'étoiles sans aberration fera connaître la dilatation du miroir. Voici la série des équations qu'on obtient en mesurant les deux catégories de couples à deux époques différentes :

Couple d'étoiles avec aberration.	Couple d'étoiles sans aberration.

Première époque.

$$l' = \gamma + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p', \qquad l_{,} = \gamma,$$

Deuxième époque.

$$l'' = \gamma + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'' + d\theta + mt, \qquad l_{,,} = \gamma + d\theta + m't;$$

d'où

$$\text{(C)} \qquad l'' - l' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p') + d\theta + mt,$$

$$\text{(D)} \qquad l_{,,} - l_{,} = d\theta + m't.$$

A l'aide de l'ensemble des équations (D) on peut déterminer la valeur de d et m'. Portant la valeur de d dans les équations (C), on obtiendra les valeurs de k et m.

» Dans l'intervalle d'environ quatre mois, la température subit des variations considérables et en combinant, par conséquent, deux à deux les observations effectuées dans l'espace de ces quelques mois, l'influence des mouvements propres sera peu sensible ; il sera dès lors permis d'emprunter leurs valeurs aux Catalogues; car ils n'interviennent en moyenne, dans ce

cas, que pour une durée de deux mois environ, moitié de tout l'intervalle de la série des observations considérée; de même, pour le couple d'étoiles zodiacales, il serait absolument superflu d'étendre ses observations au delà de quatre mois, car le coefficient de l'inconnue n'augmente alors que très lentement. On peut donc, pour les mêmes raisons, sans s'exposer à aucune inexactitude appréciable, conclure également à l'aide des éléments déduits des Catalogues. Les équations de condition deviennent alors très simples; on aura ainsi

$$\text{(E)} \qquad l'' - l' = 2k \sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p') + d\theta,$$
$$l_{\prime\prime} - l_{\prime} = d\theta.$$

» Le pôle de l'écliptique se trouvant très rapproché de l'horizon pour les lieux de la Terre voisins de l'équateur, l'observation du couple d'étoiles sans aberration ne pourrait se faire qu'à une hauteur très faible, circonstance très défavorable pour l'exécution du travail; ce premier procédé ne devient réellement très pratique que pour des observatoires d'une latitude supérieure à $\pm 20°$. Il est donc important d'indiquer une méthode basée sur ce même principe et qui échappe à cet inconvénient. Cette seconde méthode, qui peut être utilisée à toutes les latitudes, est entièrement semblable à la première; elle n'en diffère que sur un point secondaire : le mode de détermination du coefficient de dilatation d.

» Pour atteindre le but, on ne fait usage que d'un seul couple d'étoiles, et, au moyen des équations (E), on déduit à la fois les deux inconnues k et d. En examinant de près les conditions physiques, on voit que le coefficient $(\cos p'' - \cos p')$ devient plus faible à mesure que les observations combinées se trouvent plus rapprochées. Au point de vue de l'exactitude, on gagnerait peu en étendant la série des mesures sur l'intervalle complet des trois mois considérés; s'il ne s'agissait que de la valeur de k, il suffirait d'effectuer seulement des observations dans les vingt-cinq premiers et dans les vingt-cinq derniers jours; mais, en mesurant l'arc d'une manière suivie pendant toute la durée de trois mois, on réalise, en vérité, deux séries d'observations dont l'une fait connaître la constante k et l'autre le coefficient d.

» D'ailleurs, on a encore la possibilité de pouvoir déployer une rigueur plus absolue dans la recherche du coefficient d. Pour arriver à ce but, il suffit d'étendre la série des mesures sur un intervalle de six mois et de combiner alors les observations suivant les règles déjà exposées antérieu-

rement dans les *Comptes rendus* du 3 janvier 1887 (p. 22). Toutefois il ne nous semble pas judicieux de suivre cette voie; en agissant ainsi, tout en agrandissant dans une proportion énorme les difficultés d'exécution, on ne gagne que très peu au point de vue de la précision réelle.

» Le second procédé semble au premier abord présenter une légère infériorité sur le premier, en ce sens que la même série d'observations sert à l'évaluation de deux inconnues au lieu d'une seule; mais, en réalité, les deux procédés ont la même valeur, car le second offre à divers points de vue des avantages : il est d'abord applicable dans tous les lieux de la Terre, et, en outre, en l'employant, on a la faculté précieuse de pouvoir opérer de deux manières tout à fait différente. En effet, on peut baser la recherche sur l'observation des deux étoiles situées dans le plan de l'équateur : dans ce cas, l'action de l'aberration sur la distance est encore très considérable; elle est, à un dixième de seconde près, aussi grande que pour un arc placé dans le plan de l'écliptique; mais, en choisissant un couple équatorial, on aura l'avantage de pouvoir rendre la recherche indépendante du tour de vis. Dans cette condition, la trace du plan de réflexion coïncide rigoureusement avec la direction du mouvement diurne et l'on peut alors évaluer la distance entre les deux étoiles équatoriales, directement par l'estime des passages aux fils horaires.

» Dans les observations d'une latitude boréale, l'emploi des deux méthodes sera donc très précieux; car les résultats trouvés ainsi par des procédés différents fourniront un contrôle utile qui permettra alors d'apprécier avec certitude l'exactitude des résultats obtenus.

» Dans une Communication ultérieure, nous examinerons le rôle, d'ailleurs très faible, que joue la réfraction dans ces deux premiers procédés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une précédente Communication de M.* Faye, *relative aux trombes marines*. Note de M. **Mascart.**

« En communiquant à l'Académie les curieuses expériences de M. Weyher, je m'étais abstenu d'y ajouter aucune interprétation pour ne pas faire renaître, au sujet des mouvements de l'atmosphère, une discussion qui me semblait épuisée.

» Dans la dernière séance, M. Faye a émis l'opinion que ces expériences n'ont rien de commun avec les trombes; il a rappelé, à cette occasion, la

Notice qu'il a publiée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes de* 1886 sur les treize tornados des 29 et 30 mai 1879 aux États-Unis.

» Je manquerais peut-être à la déférence que je dois à notre éminent Confrère si je passais sa Communication sous silence. Je me suis empressé de lire cette Notice remarquable avec le plus grand soin dès qu'elle a paru; je n'étonnerai sans doute personne si j'ajoute qu'elle ne m'a pas converti.

» Je n'étais pas autorisé à y répondre dans l'*Annuaire*, et ce n'est pas ici le lieu de la discuter en tous ses points; mais, puisque M. Faye en a cité la Table des matières et un passage important, il me permettra sans doute d'en reproduire un court extrait, dont je viserai surtout la première et la dernière phrase, en les laissant dans leur cadre naturel :

» En ces matières, une erreur de théorie peut avoir les plus graves conséquences. Ce ne sont pas les météorologistes qui ont découvert les lois des cyclones. Ces lois ont été découvertes expérimentalement, en dehors de toute hypothèse, par des navigateurs. Elles consistent surtout en ce que le mouvement de l'air dans les cyclones est sensiblement circulaire; de là vient justement ce nom de *cyclone*, et c'est sur cette circularité de fait que sont basées les règles de la manœuvre qu'un navire doit appliquer en cas de tempête. Or, pour mettre ces lois d'accord avec leur théorie, les météorologistes suppriment le mouvement circulaire et le remplacent par un mouvement centripète légèrement dévié en spirale.

» Si une erreur de doctrine est grave, une erreur sur les faits est assurément plus grave. D'ailleurs, je n'ai pas eu la prétention de défendre ni d'édifier une théorie; j'ai seulement présenté un ensemble de faits qui me paraissaient et me paraissent encore en contradiction formelle avec la théorie de M. Faye.

» L'un d'eux est la convergence du vent dans les cyclones. Quel singulier état d'esprit et quelle discipline extraordinaire doit-on supposer parmi les météorologistes pour que, d'un commun accord et comme par un mot d'ordre anonyme, ils consentent à modifier la direction du vent afin de l'accommoder à une idée préconçue et d'obéir à un préjugé! Mais il n'y a pas là d'interprétation. La pratique de chaque jour et le dépouillement des observations les plus précises montrent qu'autour d'un cyclone, dont le centre ne peut être déterminé autrement que par le minimum barométrique, le vent a toujours une composante centripète.

» Voilà le fait. S'il est contesté et si le mouvement réel est remplacé par un mouvement circulaire, la discussion n'a plus d'objet. Si le fait est ad-

mis, et il a pour nous la clarté de l'évidence, toute théorie valable doit l'expliquer.

» Si M. Faye admettait que le mouvement se communique de haut en bas pendant que l'air monte, ce qui n'est pas contradictoire, les observations à la surface du sol pourraient y trouver leur explication, mais on n'aurait plus le jeu de l'écope hollandaise.

» Puis-je ajouter encore que je n'accepte pas le patronage de toutes les idées que M. Faye attribue aux météorologistes? Telle est, par exemple, la conception d'un tube rétréci comme une trompe d'éléphant par lequel devrait passer tout l'air aspiré des régions inférieures, tuyau qui n'aurait que la consistance d'un simple brouillard et se comporterait néanmoins comme s'il avait les parois rigides d'une cheminée d'usine. M. Faye, à qui j'emprunte ces expressions et dont je crois traduire exactement la pensée, a même imaginé un dialogue agréable entre le professeur qui enseigne cette théorie et l'élève qui se refuse à la comprendre. Je n'ai jamais rien dit de semblable, et j'ignore si une conception aussi étrange a été émise quelque part. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Pennatules* (Pennatula grisea) *et les bonnes conditions biologiques que présente le laboratoire Arago pour les études zoologiques*. Note de M. **H. de Lacaze-Duthiers**.

« Au mois d'octobre dernier, étant allé au laboratoire Arago pour y faire des essais de pêche au scaphandre, je trouvai l'un des bacs rempli de magnifiques Alcyonaires dont l'épanouissement indiquait une vitalité parfaite.

» Les Vétrétilles étaient si bien acclimatées qu'elles devaient être, sans aucun doute, aussi belles qu'elles le sont au fond de la mer. Fixées par leur partie dépourvue de polypes, qu'elles avaient fait pénétrer dans le sable du bac, elles se dressaient hautes d'un pied, toutes couvertes de leurs animaux délicats, dont la longueur égalait près de 5^{cm}. Dans un tel épanouissement, elles ressemblent à des colonnes translucides, légèrement colorées en jaune orangé, couvertes d'admirables fleurs animées dont la transparence permet de lire avec pleine clarté au travers de leurs tissus hyalins les détails de leur organisation interne. Quand on observe ces magnifiques animaux, on peut à bon droit être étonné de voir reproduire, par les ouvrages,

des figures aussi incorrectes dans le dessin qu'inexactes par la légende qui les accompagne.

» Les Pennatules et les Alcyons s'acclimatent, tout aussi bien que les Vétrétilles, et s'épanouissent en panaches aussi gracieux par les courbes et les découpures ou les bouquets qu'ils dessinent, qu'éclatants par les couleurs superbes qu'ils revêtent.

» Tous les Alcyonaires, quand les pêcheurs du laboratoire les apportent et qu'ils sont placés dans des vases d'eau fraîche, s'épanouissent pendant quelque temps, mais ils meurent en se contractant et ne laissent que de rares polypes un peu saillants. C'est cette apparence qu'ont les échantillons mis dans l'alcool et conservés dans les musées : elle ne donne aucune idée de l'état des êtres dans la nature; et cependant c'est elle que l'on voit reproduite et qui, se transmettant de publication en publication, laisse dans l'esprit l'idée la plus fausse de ces êtres, défigurés par l'action des liquides conservateurs.

» Le *Sympodium coralloïdes*, dont les couleurs varient du carmin le plus vif au jaune orangé le plus délicat, à la teinte brique la plus sombre et même au blanc le plus pur, aux transparences les plus grandes, abondait dans les bacs du laboratoire à l'époque dont je parle.

» Lorsque la drague est traînée sur les fonds où vivent ces animaux, elle les meurtrit et les blesse en les arrachant brutalement, soit des couches sableuses dans lesquelles ils s'implantent, soit des rochers sur lesquels ils se fixent. Aussi faut-il, dans le choix des individus destinés aux aquariums, apporter une grande attention, afin de ne point infecter les bacs en y plaçant des êtres dont la mort prochaine déterminerait une putréfaction certaine et rapide.

» C'est pour éviter ces inconvénients, du moins en ce qui concerne un certain nombre d'animaux, que je désirais faire des essais de pêche au scaphandre. Il y a à Banyuls des matelots ayant pêché le corail à l'aide de l'appareil à plonger; c'était là une condition très favorable aux essais que je voulais tenter, et que je n'avais garde de laisser sans l'utiliser. J'engageai donc l'un de ces matelots, et avec lui les manœuvres furent conduites avec toute la prudence nécessaire.

» J'étais accompagné par six jeunes savants docteurs ou maîtres de conférences et professeurs dans les Facultés des Sciences de Paris, de Rennes, de Nancy et de Montpellier. Chacun voulut essayer de descendre; mais tous ne purent supporter les conditions fatigantes et pénibles auxquelles

doit se soumettre le plongeur. MM. les D[rs] Pruvot et François, maîtres de conférences à la Sorbonne et à Rennes, devinrent bientôt des scaphandriers émérites, passant sans fatigue une heure à une heure et demie sous l'eau.

» La côte, dans les environs de Banyuls, au Troc, à Paulille, à Cerbère, à Port-Vendres, fut successivement explorée, et les pêches les plus fructueuses furent faites.

» Il n'en fallait pas être surpris; on a coutume de demander aux grandes profondeurs ou tout à fait à la surface de la mer les animaux qu'on veut étudier. J'ai toujours pensé que, dans une zone moyenne, dans celle qu'il est facile d'explorer sans difficulté avec le scaphandre, à 8^m, 10^m, jusqu'à 20^m, en suivant les falaises sous l'eau, on devait faire des récoltes que ni les filets, ni les dragues ne permettaient de réaliser.

» Dès les premiers essais, on rapporta des Annélides, des Némertes que l'on n'avait jamais recueillis; M. le D[r] Pruvot trouva, dans la vase du port de Port-Vendres, un *Brysopsis lyrifera* que nous n'avions pas encore vu.

» Les Gorgones et les Alcyons, enlevés sans blessure en détachant avec eux, à l'aide d'un ciseau à froid, la partie du roc sur lequel ils étaient fixés, s'épanouirent superbement dans les bacs et vécurent aussi bien qu'on pouvait le désirer.

» Ce qui nous étonnait surtout, c'était la fraîcheur des couleurs des Éponges. Ces êtres pullulent sur les talus des roches sous-marines. On sait que leurs tissus délicats s'altèrent facilement; ils se souillent rapidement dans le sac de la drague; aussi leurs couleurs, souvent éclatantes, se voilent-elles et s'altèrent-elles toujours pendant la pêche ordinaire. Les échantillons que nous envoyait le scaphandrier, en faisant hisser son panier et ses flacons, arrivaient avec une vivacité de coloris dont nous n'avions aucune idée en les trouvant au milieu de produits de toute sorte, rapportés par le chalut de nos pêcheurs.

» Dans une publication prochaine, les résultats de ces premiers essais seront énumérés non seulement pour la Zoologie, mais aussi pour la Botanique. M. Flahault, l'actif et éminent professeur de Botanique à la Faculté de Montpellier, s'occupe de la flore marine des Pyrénées-Orientales. Il a obtenu sur les fragments de roches, rapportés par les scaphandriers, des espèces d'Algues fort intéressantes.

» Il y a déjà longtemps que je n'avais entretenu l'Académie du laboratoire Arago, à la création duquel elle s'est si vivement intéressée. Depuis ma dernière Communication, quelques progrès ont été accomplis, la pêche

au scaphandre en est un certainement très important. J'en signalerai encore quelques autres.

» L'une des conditions avantageuses que présente le Laboratoire est celle qui dépend de la facilité avec laquelle vivent les animaux dans l'aquarium.

» Le laboratoire est construit en contrebas des rochers formant le promontoire de Fontaulé; au sommet de ce promontoire est creusé, dans le roc même, un réservoir ou citerne pour l'eau de mer qui doit alimenter les bacs. Ce réservoir étant élevé de 10^m au-dessus de l'aquarium, c'est sous une forte pression que l'eau arrive dans les bassins où vivent les animaux. En outre, la citerne étant située dans les flancs mêmes du rocher, l'eau est à l'abri des variations de température. A l'origine, la citerne n'avait guère que 50^{mc}; dans un voyage antérieur, à l'aide des fonds mis à ma disposition par l'Académie, j'ai plus que doublé le réservoir, qui, aujourd'hui, mesure une capacité de 125 à 130 mètres cubes.

» Sous une pression de 10^m, l'eau est lancée dans les bacs en formant un dard puissant par son passage au travers de tubes de verre effilés à la lampe, dont l'extrémité est rapprochée tout près de la surface de l'eau; l'air est entraîné par le jet en bulles fines et cela en telle quantité que parfois l'eau des bacs devient blanchâtre, tant les bulles de l'air pulvérisé sont nombreuses. L'aération est parfaite et les animaux vivent indéfiniment; aussi leur reproduction et leur développement s'accomplissent-ils facilement et régulièrement.

» C'est à ces bonnes conditions qu'il faut rapporter les succès obtenus.

» Des Étoiles de mer ont vécu plus d'un an dans le même bac. Des Holothuries s'y sont acclimatées et y ont lancé leur semence et leurs œufs, rendant l'eau laiteuse, et la fécondation s'y est accomplie si régulièrement, le développement s'y est continué si normalement que le fond des bacs s'est couvert d'un tapis veloûté, dû aux panaches tentaculaires des petites Holothuries de 2^{mm} et 3^{mm} de long.

» Les Oursins mêmes, le *Melo*, le Diadème ou *Dorocidaris*, celui-ci toujours pêché à 200^m de profondeur, ont vécu cinq et six mois et se sont reproduits. L'embryogénie de ces derniers a été communiquée à l'Académie par M. Prouho.

» Des embryons de Bulles, apportés de la mer par l'eau pompée, se sont développés dans tous les bassins. Ils y ont grandi, sont devenus adultes et ont couvert plus tard les pierres de leurs pontes et de leurs embryons.

» De gros Tritons, des Aplysies, des Doris, etc., ont vécu fort longtemps

sans paraître souffrir; des Annélides et des Bryozoaires, apportés aussi à l'état d'embryons par l'eau, ont pris un développement tel qu'il a été nécessaire de les détruire, afin de ne pas laisser encombrer les bassins et voiler les glaces des bacs.

» Je citerai enfin la *Gorgonia graminea*, qui s'est reproduite et dont j'ai trouvé les jeunes zoanthodèmes hauts de 3^{mm} ou 4^{mm}, composés de deux ou trois zoïtes ou polypes, et fixés sur les pierres du bac; du Corail pêché dans les eaux d'Espagne a vécu plus de deux mois et n'est mort qu'à la suite de l'accident dont il va être question.

» Cette vitalité des animaux, due évidemment à la parfaite aération de l'eau, avait, au commencement d'octobre dernier, favorisé la ponte des Pennatules grises, dont je dirai seulement quelques mots aujourd'hui.

» A cette époque de l'année, les polypes de cet Alcyonaire étaient bourrés d'œufs : ils lançaient des milliers de petits corps blancs sphéroïdes, que les mouvements causés par le jet d'alimentation faisaient tourbillonner dans toute l'étendue du bac. En arrêtant le courant, on voyait les petits corps remonter à la surface de l'eau, où il était facile de les pêcher à la pipette.

» Ces petits globes montraient sous le microscope le fractionnement le plus net et le plus évident. Dans un travail qui sera publié ultérieurement, les conditions présentées par les divisions et subdivisions de l'œuf seront indiquées en les précisant à l'aide de dessins; je rappellerai seulement aujourd'hui un fait. Chez les Coralliaires, le fractionnement n'est pas toujours chose facile à reconnaître. Chez quelques Actinies, on ne l'a pas encore vu, tandis que chez d'autres il est évident. Je l'avais, par exemple, observé au Laboratoire Arago en même temps que M. François chez l'*Adamsia palliata*, qui abonde à Banyuls et dont l'embryogénie sera certainement publiée par le jeune et savant maître de conférences de Rennes.

» Non seulement j'ai observé le fractionnement de la Pennatule avec toute évidence, mais j'ai pu suivre, durant près de deux mois, les larves dérivées des œufs fractionnés. Dans les flacons, de petites dimensions, qui m'avaient servi à les transporter jusqu'à Paris, elles ont pris des formes caractéristiques, elles se sont allongées, ont nagé, comme les larves de tous les Coralliaires, en s'élevant vers la surface du liquide, l'extrémité destinée à devenir la bouche tournée en bas, l'extrémité aborale tournée en haut. Bientôt l'extrémité buccale s'est garnie de mamelons disposés en couronne qui, après quinze jours, se sont tellement allongés en produi-

sant sur leurs deux côtés des appendices, qu'ils ont, avec le nombre 8, caractérisé le type alcyonaire.

» J'ai donc eu de jeunes Pennatules réduites à un seul polype : à l'*oozoïte* allongé de près de 1 centimètre, ayant une couronne de tentacules barbelés mesurant 2^{mm} et nageant ou bien se fixant sur les parois des vases, ayant leur extrémité aborale gonflée en vésicule et formant ventouse.

» En voyant une Pennatule ainsi réduite à l'origine à un seul premier polype simple, on ne peut manquer d'être frappé de l'uniformité de constitution absolue que présentent tous les oozoïtes des Alcyonaires observés jusqu'ici. Cette similitude est complète, et, si quelques légères différences dans les proportions de taille, de couleur, ne venaient aider à les distinguer, on serait fort embarrassé pour reconnaître les espèces et les genres dans ce premier état.

» Les conditions anormales, loin de la mer (à Paris), dans lesquelles j'ai été forcé de continuer l'observation ne m'ont pas permis de suivre mes larves jusqu'à la formation du zoanthodème. Si j'eusse été dans les conditions favorables pendant lesquelles s'était produite la ponte, je ne doute pas que des résultats plus complets n'eussent été acquis; mais, à Banyuls même, les pontes ont été interrompues par suite des accidents survenus à l'installation du laboratoire pendant les tempêtes de l'automne et du commencement de l'hiver : aussi les indications que j'avais données au gardien de l'aquarium n'ont-elles pu être suivies.

» Un moulin automoteur, actionnant une pompe, élevait l'eau dans la citerne du promontoire de Fontaulé et alimentait ainsi les bacs. Plusieurs fois de suite de violentes rafales avaient enlevé les voiles du moulin qui, réparé aussitôt, servait encore; mais, un dernier ouragan l'ayant complètement détruit, la citerne a été tarie; l'eau manquant, les animaux sont morts, et les bacs sont aujourd'hui vides.

» En ce moment, une petite pompe à main donne l'eau strictement nécessaire à la vie de quelques animaux servant au travail des personnes faisant des recherches. Mais l'aquarium n'offre plus l'animation que lui donnaient ses bacs naguère si richement et magnifiquement peuplés.

» Après trois années de réparations continuelles et fort coûteuses, je dois renoncer au moulin automoteur et acheter une machine à vapeur que j'irai faire installer dans le mois de mars prochain, après avoir fini mon Cours à la Sorbonne.

» Les dépenses de cette installation seront élevées, et pour les couvrir j'ai dû recommencer une vraie campagne de sollicitations. Je n'ai encore

pu recueillir qu'une partie de la somme nécessaire à l'acquisition de la machine et à son installation. Si les démarches et les demandes deviennent pénibles avec l'âge qui arrive, elles n'en laissent pas moins une impression aussi encourageante qu'agréable quand, ainsi que cela vient de se produire, elles sont suivies d'un empressement aussi grand que celui qu'ont mis pour me venir en aide quelques amis généreux de la Science bien connus de l'Académie. »

BOTANIQUE. — *Les plantes montagnardes de la flore parisienne* (¹). *Résumé de la deuxième Partie;* par M. A. CHATIN.

« J'ai établi, par des relevés faits dans un assez grand nombre de localités de la région parisienne, la présence, dans ces localités, d'une importante florule montagnarde, à laquelle je suis remonté, la suivant dans les Alpes, les Pyrénées, les Vosges et sur le Plateau central, constatant partout (soit dit en passant) la fixité des caractères spécifiques essentiels dans les conditions d'*espace* les plus diverses (²).

» J'ai indiqué, en outre, que les espèces de montagne vivant dans nos plaines du Nord y occupent de préférence certaines stations réunissant des conditions physiques compensant celles qu'elles trouvent dans leur habitat alpestre.

» Restait à rechercher, quant à son origine, si notre florule alpestre est le produit de migrations parties des massifs montagneux ou si, au contraire, elle représente une végétation autochtone. Ici les recherches présentent d'autant plus de difficultés, que la solution doit être demandée non seulement à la période historique, mais aussi et surtout aux temps antérieurs à l'existence de l'homme.

» Parmi les motifs à l'appui de la colonisation, on pourrait invoquer celui-ci, que souvent un certain nombre de plantes alpestres vivent à la fois sur un même point, de la région parisienne d'une part, des Alpes d'autre part, comme si, parties ensemble de ces dernières, elles avaient marché de conserve et nous étaient arrivées sans jamais se désunir dans leur long et, sans doute, lent trajet. C'est ainsi qu'on trouve à Fontainebleau les espèces suivantes : *Laserpitium gallicum, Amelanchier vulgaris, Rosa pim-*

(¹) *Comptes rendus,* séance du 18 octobre 1886.
(²) On verra plus loin que la même fixité de l'espèce se retrouve dans le *temps.*

pinellifolia, *Trifolium montanum*, *Arenaria grandiflora*, *Geranium pyrenaicum*, *Epipactis atrorubens*, *Carex digitata* et *C. montana*, *Stipas pennata*, *Botrychium Lunaria*, qui vivent en communauté sur plusieurs points des Alpes et en particulier aux environs de Briançon, où l'on peut les cueillir tous en une herborisation de quelques instants.

» Des faits de même ordre peuvent être relevés sur la plupart des petits centres, vraiment montagnards par leurs florules, des environs de Paris, tels que Montmorency, Isle-Adam, Beauvais, Compiègne, Dreux, Marines, Pont-Saint-Maxence, Villers-Cotterets, etc.

» L'apparition, en France et ailleurs, de nouvelles stations de plantes montagnardes, rares ou même inconnues dans la région, sera peut-être aussi citée à l'appui des colonisations; mais ici il s'agit ordinairement de faits modernes se rattachant à l'action de l'homme, volontaire ou inconsciente. A ce dernier cas se rattachent, pour prendre des exemples dans notre voisinage, trois faits intéressants observés dans la région parisienne et se rapportant : l'un au *Goodyera repens* de Fontainebleau, un autre au *Pirota minor* des Essarts-le-Roi, le troisième au *Pirota umbellata*, tout récemment observé à Nemours dans une ancienne plantation de Pins.

» Comme plantes naturalisées, à la suite de colonisations voulues, on peut citer, bien que n'appartenant pas toutes à la flore des montagnes, comme se rattachant aux temps féodaux : l'Herbe aux Goutteux (*Ægopodium Podagraria*), la Toute-Bonne (*Salvia Selarca*), l'Herbe à la Teigne (*Petasites vulgaris*), le Chardon-Marie (*Silybum Marianum*), l'OEillet (*Dianthus caryophyllus*), la Sarriette (*Satureia montana*), la Roquette (*Eruca sativa*) et quelques autres espèces renommées (en ces temps-là) pour leurs qualités médicales ou autres.

» Mais je laisse les cas de naturalisation par l'homme, cas dont on pourrait multiplier les citations, surtout pour les espèces alimentaires, en remontant les âges historiques, comme ne jetant aucune lumière sur les origines de notre florule montagnarde.

» Eu égard à celle-ci, il n'est pas inutile de faire cette remarque : que les familles de plus facile naturalisation, comme les Convolvulacées, les Borraginées, les Solanées, les Scrofularinées, les Composées elles-mêmes, si nombreuses et à fruits munis de houppes soyeuses favorables à leur dissémination par les vents, n'ont presque rien fourni à notre florule alpestre, tandis que le contraire a lieu pour les Gentianées, Éricacées, Rubiacées, Liliacées et Orchidées, rangées parmi les familles dont les espèces offrent le plus de résistance aux naturalisations.

» Quant aux causes ordinaires (vents, oiseaux, animaux, glaces flottantes, courants marins, rivières) de dispersion des plantes, elles ont, depuis que l'homme observe, été la cause de si peu de naturalisations, qu'on ne saurait leur faire qu'une part bien faible dans l'établissement de notre florule alpestre. Même l'extrême ténuité des graines paraît servir bien peu aux transports par les vents, les naturalisations citées plus haut, de Piroles et d'Orchidées aux graines scobiformes, ne s'étant effectuées, comme cela a lieu d'ailleurs pour les fines spores des truffes adhérentes aux glands dits *truffiers*, que par leur mélange à d'autres graines de végétaux transportées par l'homme.

» S'il n'est pas admissible que des naturalisations de quelque importance se soient produites en dehors de l'action de l'homme, postérieurement aux temps historiques, en a-t-il été toujours ainsi, notamment aux périodes géologiques qui ont précédé et préparé l'état actuel du globe?

» On peut tout d'abord admettre, d'après les enseignements laissés par les fossiles, que les origines de la Flore actuelle ne sauraient être recherchées beaucoup au delà des époques glaciaires, les fouilles du sol montrant que c'est seulement dans les dernières formations tertiaires que se trouvent les restes d'une végétation se rapprochant, et seulement par un petit nombre de ses représentants, en dehors des cryptogames, des espèces qui vivent de nos jours.

» Ce point fixé, quelles sont les voies qu'auraient suivies les espèces montagnardes pour venir occuper, avec la région parisienne, le nord de la France et aussi le centre de l'Europe, qu'on ne saurait en séparer dans la recherche des origines?

» Plusieurs hypothèses se présentent : dans l'une d'elles, c'est de la presqu'île scandinave, toujours restée au-dessus des mers et dépositaire, comme une sorte d'arche de Noé, assure-t-on, des espèces qui devaient repeupler l'Europe, qu'auraient émigré celles-ci vers les Alpes et les Pyrénées, soulevées vers la seconde moitié de la période tertiaire. Telle était la foi de H. Lecoq en cette colonisation par les terres arctiques, qu'il n'hésita pas à regarder le *Salix Lapponum* du Plateau central comme une épave laissée là par la migration scandinave se dirigeant sur les Pyrénées, où se retrouve l'espèce.

» Mais à cette hypothèse, qui compte encore d'assez nombreux partisans, on peut, entre autres objections, faire celle-ci, qu'il y a dans les Alpes environ cent soixante espèces manquant à la flore boréale.

» Suivant une autre hypothèse, affirmant d'ailleurs, comme la précé-

dente, le principe des migrations, les plantes de la Flore actuelle auraient, vers la fin de l'époque tertiaire, occupé tous les points émergés (Écosse, Scandinavie, monts Ourals, Carpathes, Alpes, Pyrénées) qui font comme une grande ceinture entourant les vastes plaines de l'Europe. Alors, durant des périodes dont la durée dut être considérable, des échanges d'espèces auraient eu lieu de ces points les uns vers les autres, au travers et à l'aide de la mer qui en baignait les pieds.

» Après l'émersion de la grande plaine, celle-ci, peuplée à son tour par des espèces descendues des montagnes, n'aurait conservé de ces plantes, où ubiquistes étaient associées aux montagnardes, que celles y trouvant des conditions d'existence compatibles avec leur nature.

» Plus large que la première, en ce que, au lieu d'un seul centre ou point de migration, elle admet toute une ceinture de ces points, la seconde hypothèse se heurte à ces deux objections : 1° c'est un fait d'observation, cent fois constaté de nos jours, qu'il suffit d'un étroit bras de mer pour opposer une barrière infranchissable à tout transport naturel, quelque peu important, des espèces végétales; 2° les naturalisations de proche en proche, sur les continents, sont rares et peu considérables, partout où l'homme, dernier venu dans le monde organisé, n'a pas aidé lui-même au transport des plantes.

» Une hypothèse encore sur les migrations est celle qui fait peupler les montagnes par les plaines, celles-ci n'ayant conservé des espèces alpestres qu'elles possédaient toutes à une certaine époque, que celles qui ont trouvé sur certains points (tourbières, etc.) des abris contre le réchauffement du climat. Il suffit de signaler ce point de vue, qui s'appuierait sur ce fait que beaucoup de plantes méridionales semblent tenter l'escalade des Alpes, des Pyrénées, des Cévennes, etc., par leurs vallées le plus abritées.

» On ne saurait d'ailleurs perdre de vue que, si les Alpes, avec leurs cent soixante espèces spéciales, sont autonomes par rapport à la Scandinavie, celle-ci reste autonome par des espèces manquant aux Alpes, etc., et que le Plateau central est lui-même autonome par plusieurs espèces, et de la Scandinavie et des Alpes ou des Pyrénées.

» Or, ce sont ces autonomies mêmes, ces autonomies spéciales dont le nombre s'accroît à mesure que l'œil embrasse des contrées plus diverses, des régions plus étendues, qui conduisent à une tout autre hypothèse, très éloignée des précédentes, et plus d'accord avec l'ensemble des observations faites jusqu'à ce jour, soit qu'on s'en tienne aux temps historiques ou qu'on s'éclaire des découvertes de la Phytopaléontologie.

» Cette hypothèse est celle de la pluralité (¹) des centres de création et de leur successivité, parallèlement aux époques géologiques. Elle a pour elle, l'impossibilité, constatée, de la diffusion des espèces végétales dans la supposition d'un centre de création unique; les faits nombreux, et bien établis, d'espèces disjointes dans des conditions telles qu'il est parfois très improbable, souvent impossible qu'elles proviennent d'une souche unique, même en faisant intervenir des phénomènes géologiques antérieurs à leur existence sur le globe.

» Parmi les faits qu'on trouve à cet égard, énumérés dans la *Géographie botanique raisonnée* de M. Alph. de Candolle, je signale spécialement ceux se rapportant : 1° à des espèces de l'un des hémisphères, partagées entre pays trop distants (Magellan et Nouvelle-Zélande, Cap et Chili, Indes, Abyssinie et Sénégal, Caucase et Espagne, Murcie et Anatolie, Écosse, Terre-Neuve et Canada) pour qu'il soit admissible que des transports de plantes ou même de graines aient pu s'effectuer de l'un de ces pays vers les autres; 2° à des espèces occupant les régions tempérées des deux hémisphères sans possibilité d'avoir franchi, pour se rendre d'un hémisphère à l'autre, la brûlante zone intertropicale.

» L'identité des caractères botaniques chez les espèces habitant, soit à de grandes distances les unes des autres dans un même hémisphère, soit dans des hémisphères différents, nous ramène encore à reconnaître, dans l'espace, la fixité de l'espèce, conclusion à laquelle conduit aussi l'examen, sans parti pris, des fossiles remontant, quelques-uns, aux formations tertiaires du globe, d'autres aux périodes glaciaires.

» Je reviens, pour conclure, aux plantes montagnardes de Paris, que je regarde comme autochtones, aborigènes, et représentant les restes de créations contemporaines de celles qui ont peuplé les Alpes, etc., pendant et à la fin des époques glaciaires. Que si nos plantes alpestres ne sont pas plus nombreuses, c'est que nous ne voyons aujourd'hui que celles d'entre elles qui ont rencontré des stations où elles pouvaient vivre, les autres ayant été détruites. L'hypothèse à laquelle je m'arrête se rapproche d'ailleurs de celle à laquelle se trouvait conduit l'illustre auteur de la *Géographie botanique raisonnée,* quand, recherchant les origines probables des espèces européennes actuelles, il dit, à propos des plantes montagnardes de la Grande-Bretagne, regardées par Forbes comme venues de la Scandinavie :

(¹) L'unité des centres de création est plus admissible pour les animaux, pour ceux du moins d'ordre supérieur.

« Pourquoi donc un certain nombre des espèces actuelles, arctiques ou » alpines, ne seraient-elles pas tout simplement le reste de celles qui y » existaient? »

» Au résumé, des présentes études, qui ont eu pour point de départ la recherche de l'origine des plantes montagnardes de la flore de Paris, mais qui ont dû s'étendre à des aperçus généraux sur la flore actuelle de la terre, on tire les conclusions suivantes :

» 1° La flore des Alpes n'est pas formée de colonies venues de la Scandinavie : elle est autochtone;

» 2° La florule montagnarde de Paris n'est pas descendue des Alpes : elle aussi est aborigène, et réduite de nos jours aux espèces placées dans certaines stations réunissant des conditions compatibles avec leur existence;

3° L'origine de la plupart des plantes actuelles de l'Europe, celle notamment des Corolliflores, de toutes les plus élevées dans l'échelle des espèces végétales, ne remonte pas au delà des terrains quaternaires;

4° Il y a eu pour les végétaux successivité et pluralité de centres de création. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'orthobutyrate et sur l'isobutyrate de chaux.* Note de MM. **G. Chancel** et **F. Parmentier**, transmise par M. Debray.

« Dans ses recherches sur les équilibres chimiques, M. H. Le Chatelier (*Comptes rendus*, t. C, p. 50 et 441) est arrivé à la relation approchée

$$\frac{dx}{x} : \frac{k}{2} Q \frac{dt}{T^2},$$

relation donnant la variation de solubilité des différents corps avec leur chaleur de solution à saturation. Il résulte de cette expression que lorsqu'un corps se dissout, à saturation, avec absorption de chaleur, sa solubilité doit croître avec la température, et qu'inversement, si un corps se dissout, à saturation, avec dégagement de chaleur, sa solubilité doit aller en diminuant quand la température augmente. Pour un certain nombre de substances, l'expérience semble conforme à ces conclusions, mais il n'en résulte pas, comme on va le voir, qu'elle soit générale.

» Nous avons pris deux sels aussi voisins que possible, et dont la solubilité soit inverse dans les limites de température entre lesquelles on

peut mesurer avec certitude leur chaleur de dissolution à saturation. Le butyrate normal et l'isobutyrate de chaux remplissent ces conditions. Aux températures ordinaires, le butyrate normal de chaux a une solubilité, dans l'eau, décroissante quand la température croît; la solubilité de l'isobutyrate de chaux va, au contraire, en croissant avec la température, si l'on ne considère que des températures inférieures à 80°. De plus, il est possible, pour ces sels, dont la stabilité en présence de l'eau est suffisante, de mesurer avec certitude leur chaleur de dissolution à saturation.

» 1° *Butyrate de chaux normal* $(CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2, CO^2)^2Ca + Aq.$ — L'orthobutyrate ou butyrate de chaux normal cristallise de ses solutions aqueuses, à toutes les températures comprises entre 0° et 100°, en belles lames nacrées ayant la composition

$$(C^4H^7O^2)^2Ca, H^2O.$$

» Cet hydrate est très stable. Il ne perd son eau que vers 130°, sans abandonner des quantités sensibles d'acide butyrique. Les recherches les plus étendues sur sa solubilité ont été faites par M. Hecht (*Liebig's Ann. der Chemie*, t. CCXIII, p. 72). Nos déterminations sur la solubilité de ce sel nous ont donné des résultats assez rapprochés de ceux trouvés par M. Hecht, mais en général un peu plus forts.

» Le butyrate de chaux a été obtenu avec de l'acide butyrique pur (point d'ébullition = 162°, 7; H = 765), préparé autrefois par l'un de nous par la fermentation butyrique du moût de raisin. L'analyse du sel nous a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
H^2O..............	7,72	7,76
Ca..............	17,24	17,23

» En nous entourant de toutes les précautions voulues (constance de la température des bains au moyen d'excellents régulateurs; saturation certaine des liqueurs sans sursaturation ; limpidité parfaite des liqueurs; impossibilité du refroidissement des liqueurs pendant les prises d'essai, de l'évaporation des liquides pendant les transvasements et les pesées, etc.), nous sommes arrivés à des résultats toujours concordants. Voici nos expériences calculées :

T.	Poids de sel anhydre dissous dans 100 parties d'eau.	T.	Poids de sel anhydre dissous dans 100 parties d'eau.
0	20,06	55	15,18
5	19,45	60	15,01
10	18,86	65	15,02
15	18,28	70	15,05
20	17,72	75	15,10
25	17,17	80	15,15
30	16,64	85	15,30
35	16,18	90	15,50
40	15,81	95	15,80
45	15,54	100	16,13
50	15,36		

» On voit que le butyrate normal présente une solubilité décroissante jusque vers 60° ; à partir de cette température la solubilité de ce sel va en augmentant, pour prendre vers 100° une valeur égale à celle qu'elle a vers 40°.

» Nous avons déterminé la chaleur de dissolution, à saturation, de ce sel vers la température de 9°, température à laquelle sa variation de solubilité est la plus forte. Pour cela, nous avons dissous dans environ 500gr d'eau, dans le calorimètre de M. Berthelot :

» 1° 12gr,398 de butyrate de chaux hydraté ;

» 2° 58gr,973 d'une solution saturée de ce sel à la température de 8°,98, solution renfermant une quantité d'hydrate sensiblement égale à la précédente.

» Nous avons trouvé, tous calculs et corrections faits :

	Cal
1° Chaleur moléculaire de dissolution de $(C^4H^7CO^2)^2Ca, H^2O = 232^{gr}$ dans nH^2O, $n > 200$	8,3
2° Chaleur moléculaire de dissolution de la solution saturée d'eau et dans $n'H^2O$, n' étant sensiblement égal à n	2,5
Δ	5,8

» Cette différence est la chaleur moléculaire de dissolution à saturation de l'orthobutyrate de chaux.

» Cette quantité est positive, et le phénomène thermique correspond bien à un dégagement de chaleur.

» 2° *Isobutyrate de chaux :* $[(CH^3)^2-CH-CO^2]^2Ca + Aq.$ — L'isobutyrate de chaux, en cristallisant de ses solutions aqueuses à basses tempéra-

tures, se présente sous la forme de longs prismes, dont la composition est

$$(C^4H^7O^2)^2Ca, 5H^2O.$$

» Cet hydrate est le seul décrit; il s'effleurit facilement. Grundsweig (*Liebig's Ann. der Chemie*, t. CLXII, p. 202) a donné, pour la solubilité de cet hydrate à 18°, le nombre 36, nombre trop fort d'après nos recherches.

» Nous avons trouvé que la solution aqueuse de ce sel, chauffée vers 80°, donne naissance à un deuxième hydrate sous la forme de lamelles minces, un peu semblables comme aspect aux cristaux d'orthobutyrate de chaux et de même composition. Seulement ces lamelles, au lieu d'être nacrées, sont unies et s'effleurissent à l'air, à la température ordinaire. Cet hydrate diffère nettement de l'orthobutyrate de chaux correspondant. Sa formule est

$$[(CH^3)^2-CH-CO^2]^2Ca, H^2O.$$

Analyse.

	Trouvé.	Calculé.
Ca	17,20	17,23
H^2O	7,60 2,90	7,76

» En nous servant pour l'isobutyrate du même dispositif et en nous entourant des mêmes précautions que pour déterminer la solubilité de l'orthobutyrate de chaux, nous sommes également arrivés à des résultats très concordants, dont le calcul nous a amenés aux données suivantes :

T.	Poids de sel anhydre dissous dans 100 parties d'eau.	T.	Poids de sel anhydre dissous dans 100 parties d'eau.
0	20,34	55	26,04
5	20,70	60	26,69
10	21,09	65	27,27
15	21,51	70	27,75
20	21,96	75	28,07
25	22,45	80	28,18
30	22,97	85	28,02
35	23,52	90	27,50
40	24,11	95	26,56
45	24,73	100	25,11
50	25,38		

» On voit que la solubilité de ce sel va en augmentant avec la tempéra-

ture jusque vers 80°, passe par un minimum à cette température, pour reprendre à 100° la valeur qu'elle a vers 50°. Le maximum de solubilité correspond à la formation, à l'état cristallisé, d'un nouvel hydrate.

» Nous avons déterminé la chaleur de solution, à saturation, de ce sel vers 9°, comme pour l'orthobutyrate, seulement en opérant sur une quantité de sel hydraté renfermant à peu près la même quantité de sel anhydre que dans le cas de l'orthobutyrate. Nous avons trouvé :

	Cal
1° Chaleur moléculaire de dissolution de $(C^4H^7Co^2)^2Ca, 5H^2O = 304^{gr}$ dans $nH^2O, n > 200$	3,1
2° Chaleur moléculaire de dissolution de la solution saturée de ce sel dans $n'H^2O$, n' étant sensiblement égal à n	2,5
Δ	0,6

» Cette différence est la chaleur de dissolution, à saturation, de l'isobutyrate de chaux. On voit que ce sel, quoique plus soluble à chaud qu'à froid, dégage de la chaleur en se dissolvant à saturation dans l'eau. Si, au lieu d'opérer sur les hydrates, nous avions opéré sur les sels anhydres, les différences eussent été bien plus considérables. Par conséquent, la relation de M. Le Chatelier ne peut être considérée comme l'expression d'une loi dont on puisse tirer de nouvelles déductions certaines. »

CHIMIE. — *Sur la fluorescence rouge de l'alumine*. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran** (1).

« 7° *Alumine très fortement calcinée* $+ Cr^2O^3$. — L'alumine employée dans la présente série d'essais a été préparée par dissolution dans l'eau, évaporation et calcination d'un chlorure d'aluminium anhydre que je dois à l'obligeance de M. Friedel. Ce Al^2Cl^6 avait été distillé sur un excès d'aluminium métallique.

» On traita comme au n° 1 (2), avec cette différence que la calcination fut considérablement plus énergique et telle que le rouge se serait développé avec l'alumine extraite de l'alun. Dans ces conditions, l'alumine du Al^2Cl^6 n'a donné aucune fluorescence rouge; la masse était cependant sensiblement lumineuse dans le vide, mais sa couleur variait du bleuâtre au bleu verdâtre. Ni bande, ni raie étroite dans le rouge spectral.

(1) Voir *Comptes rendus*, 7 février 1887, p. 330.

(2) *Ibid.*, p. 331.

» J'ai montré dans ma précédente Note que l'oxyde de chrome donne une bande rouge, mais pas de raie étroite, avec MgO, Ga^2O^3 et Al^2O^3 elle-même (lorsque cette terre a été modérément calcinée). Il était donc intéressant de voir ce que l'addition de Cr^2O^3 produirait sur de l'alumine ne fournissant pas seule de rouge, même après très forte calcination.

» On a ajouté $\frac{1}{1000}$ de Cr^2O^3 à l'alumine du Al^2Cl^6 et l'on a très fortement calciné; il s'est alors produit une fluorescence rouge magnifique, incomparablement plus éclatante que celle de l'alumine de l'alun seule, mais d'ailleurs traitée de la même façon. La bande rouge et la raie étroite, moins réfrangible que C, sont très belles.

» Avec $\frac{1}{10000}$ de Cr^2O^3, on obtient un rouge rose avec bande et raie bien distinctes.

» Enfin, pour $\frac{1}{50000}$ de Cr^2O^3, il se forme un mélange de parties bleu verdâtre et de parties rose rouge, l'ensemble ayant un aspect blanc rosé. On voit très bien la raie étroite, mais elle est notablement plus faible qu'avec $\frac{1}{10000}$ de Cr^2O^3.

» Ainsi, en présence d'une alumine qui, seule, ne donne pas de fluorescence rouge après forte calcination, le chrome joue le rôle ordinaire des matières actives et provoque très brillamment l'apparition de la raie étroite rouge, dont il n'y avait pas trace avant son intervention.

» 8° *Alumine modérément calcinée* + Bi^2O^3. — Les essais ont porté sur trois alumines provenant : 1° de la calcination du sulfate; 2° de la calcination de l'alun ammoniacal; 3° de la dissolution et calcination du chlorure anhydre. On a traité ainsi qu'il a été dit au n° 1 (*voir* Note précédente).

» Aucune de ces trois alumines, additionnées de $\frac{1}{100}$ de Bi^2O^3, n'a donné de fluorescence notable; à peine s'est-il parfois développé un très faible verdâtre.

» 9° *Alumine très fortement calcinée* + Bi^2O^3. — On a traité comme ci-dessus, sauf beaucoup plus énergique calcination. Les résultats ont varié avec l'origine des alumines.

» Le mélange

Alumine du sulfate	90
Bi^2O^3	1
	91

donne à froid une fluorescence lilas légèrement rougeâtre; on ne voit pas

la raie rouge étroite. Si l'on chauffe modérément le tube, la fluorescence passe au bleu pur (¹).

» Avec

Alumine de l'alun	107
Bi^2O^3	1
	108

on a un mélange de vert clair et de rouge un peu sombre. Le vert domine. La raie étroite se voit distinctement, bien qu'elle soit beaucoup moins forte que pour la même alumine exempte de bismuth, et, d'ailleurs, traitée de la même façon.

» Avec

Alumine du Al^2Cl^6	110
Bi^2O^3	1
	111

il se produit une fluorescence assez vive, quoique peu colorée, car il y existe beaucoup de blanc. La masse est formée de grains vert pâle et de grains violet pâle. On ne voit de rouge ni directement, ni au spectroscope. Le vert s'affaiblit en même temps que le courant électrique, tandis que le violet persiste. Si le courant est très peu intense, la lumière émise est d'un beau violet pur.

» Avec

Même alumine du Al^2Cl^6	1667
Bi^2O^3	1
	1668

la fluorescence est assez vive et d'un bleu verdâtre lavé de blanc (²). La masse est sensiblement plus lumineuse que l'alumine contenant $\frac{1}{110}$ de Bi^2O^3 et beaucoup plus brillante que la même alumine exempte de bismuth. Dans le spectre, le rouge de l'éclairage continu ne dépasse guère C; la raie étroite, moins réfrangible, ne se voit pas.

» Donc le Bi^2O^3, loin de favoriser la fluorescence rouge, l'affaiblit très notablement.

» La curieuse fluorescence, lilas à froid, bleue à chaud, obtenue sur-

(¹) Avec $\frac{3}{100}$ de Bi^2O^3, les fluorescences lilas et bleue sont encore un peu plus marquées.

(²) Si le courant électrique est très faible, la fluorescence devient violette.

tout avec l'alumine du sulfate additionnée de Bi^2O^3, semble bien être due à la présence simultanée du bismuth et d'une matière existant comme impureté dans le sulfate d'alumine; cette matière jouerait un rôle assez analogue à celui de la potasse incorporée à l'alumine manganésifère; mais elle n'est point la potasse, ainsi qu'il résulte des essais faits en ajoutant $\frac{5}{100}$ de K^2O aux trois alumines bismuthifères ($\frac{1}{100}$ de Bi^2O^3). L'effet principal de cette addition de potasse paraît être de développer la fluorescence verte du manganèse dans les alumines qui renferment quelques traces de ce métal; mais le lilas ni le bleu ne se forment.

» Lorsqu'on emploie l'alumine du chlorure anhydre

$$+\tfrac{1}{100}\,Bi^2O^3+\tfrac{5}{100}\,K^2O,$$

on n'observe pas de parties rouges dans la masse; cependant, la même alumine

$$+\tfrac{1}{1620}\,Bi^2O^3+\tfrac{5}{100}\,K^2O$$

donne un mélange de vert clair et de rouge faible; mais il y a peu de rouge dans le spectre et la raie étroite, moins réfrangible que C, n'y existe pas. Ce rouge faible paraît donc se rapprocher plutôt de ceux que donne le Bi^2O^3 avec diverses substances, que de celui des composés chromifères.

» Tout en exécutant les expériences ci-dessus résumées, j'ai noté quelques faits se rattachant à la question.

» A. La raie rouge étroite qui se produit avec l'alumine de l'alun seule (et avec l'alumine du Al^2Cl^6 rendue chromifère) s'évanouit lorsqu'on chauffe modérément le tube au vide; en même temps la teinte de la fluorescence se rapproche un peu de l'orangé. La large bande rouge semble d'abord se renforcer légèrement, mais elle disparaît à son tour si l'on chauffe plus fort.

» B. L'alumine de l'alun, additionnée de $\frac{1}{100}$ de Fe^2O^3 et traitée comme il est dit au n° 1 (Note précédente), sauf toutefois beaucoup plus forte calcination, n'a pas donné de rouge. Le fer semble donc éteindre ou affaiblir le rouge.

» C. L'alumine de l'alun contenant $\frac{1}{100}$ de CuO et traitée comme au n° 1 (calcination modérée) produit un vert bleuâtre d'intensité notable, quoique pas éclatant; on n'aperçoit pas de rouge, mais celui-ci se montre quand la même alumine cuprifère a subi une très forte calcination. On voit alors la bande et la raie étroite rouges un peu moins brillantes qu'en l'absence du cuivre; ce métal affaiblit donc légèrement la fluorescence rouge.

» D. Étant donnée une même alumine (celle retirée de l'alun), j'ai obtenu

le rouge le plus intense en desséchant lentement, puis calcinant très fortement le précipité gélatineux formé par l'ammoniaque. Je pense que cette augmentation du rouge tient pour beaucoup à la grande condensation de la matière, qui acquiert ainsi un certain degré de transparence.

» E. L'alumine de l'alun additionnée de $\frac{1}{100000}$ de MnO (sans K^2O) et très fortement calcinée a produit un rose clair avec bande et raie étroite rouges bien marquées : il y avait à peine quelques grains verdâtres. Ainsi, en l'absence de potasse, le manganèse ([1]) affaiblit peu le rouge, spectralement parlant.

» M. Becquerel, ayant bien voulu examiner au phosphoroscope l'alumine du Al^2Cl^6 (très fortement calcinée), qui ne m'avait donné au vide qu'un bleuâtre ou un bleu verdâtre, a obtenu du rouge. L'éminent physicien a déjà consigné cette intéressante observation dans les *Comptes rendus* (7 février 1887, p. 334) et l'a fait suivre de remarques sur lesquelles je demanderai peut-être bientôt à l'Académie la permission de dire quelques mots. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *de Vergnette-Lamotte*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Houzeau obtient	22	suffrages
M. Pagnoul »	13	»
M. Gayon »	8	»
M. Arloing »	2	»

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un nouveau tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 46,

M. Houzeau obtient	25	suffrages
M. Pagnoul »	13	»
M. Gayon »	8	»

M. **Houzeau**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

([1]) Du moins, le manganèse en minime proportion.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Hermite, Jordan, Darboux, Bertrand et Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Halphen et Ossian Bonnet.

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. Jurien de la Gravière, Pâris, Bouquet de la Grye, de Jonquières et Mouchez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Perrier et Haton de la Goupillière.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, Jordan, Darboux, Bertrand et Phillips réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Halphen et Resal.

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Phillips, Resal, Lévy, Sarrau et Deprez réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Boussinesq et Haton de la Goupillière.

Prix Plumey. — MM. Jurien de la Gravière, Pâris, Phillips, Resal et de Jonquières réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont : MM. Haton de la Goupillière et Lévy.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ZOOLOGIE. — *Sur la ponte du Phylloxera pendant la saison d'hiver.* Note de M. **A.-L. Donnadieu.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« D'après M. Balbiani, « le Phylloxera du chêne parcourt le cycle entier
» de son évolution en une seule année. Il naît et meurt avec la végétation,
» et au déclin de celle-ci l'espèce n'est plus représentée que par les œufs fé-
» condés, qui hivernent dans leur cachette sur l'arbre. Chaque année, un
» nouveau cycle recommence, se poursuit et s'achève parallèlement pour

» l'arbre et pour l'insecte. » Je crois, au contraire, pouvoir conclure de mes observations que le cycle du Phylloxera du chêne n'est pas interrompu pendant la période d'interruption de la végétation active.

» La saison d'hiver ayant été, cette année, particulièrement rigoureuse, et se prolongeant beaucoup avec la même rigueur, a offert les conditions les plus favorables au genre d'études que je poursuis depuis longtemps. Pendant toute la saison hivernale, aussi bien en janvier que maintenant, j'ai pu observer, sur les branches des chênes, de très nombreuses colonies de Phylloxeras, composées d'œufs en éclosion, de jeunes en voie de développement et d'adultes occupés à pondre. De son côté, pendant le même mois de janvier de cette année, M. Laborier a pu m'envoyer, de Saint-Gengoux-le-Royal (Saône-et-Loire), de très nombreux spécimens placés dans les mêmes conditions.

» Le Phylloxera affecte de se tenir pendant l'hiver sur les jeunes rameaux, sur les dernières pousses de la végétation précédente et surtout sur ceux qui présentent un duvet abondant ou des fissures accidentelles; en outre, la préférence est accordée aux jeunes chênes que l'on trouve plus communément dans les haies qui entourent les vignobles. On voit les Phylloxeras s'abriter entre les poils qui recouvrent les jeunes écorces et en particulier près des nœuds ou à la base des bourgeons. J'ai soumis des branches chargées d'œufs et de jeunes, ainsi que des œufs tout récents et des aptères pondeuses, à l'examen de plus de deux cents personnes qui suivent actuellement mes conférences, et je tiens de ces branches à la disposition de ceux qui visitent mes laboratoires.

» Mais, en revanche, il m'a été impossible, cette année du moins, dans la contrée où j'ai fait mes recherches, de rencontrer un seul œuf d'hiver. Je crois donc pouvoir conclure de ces faits que le cycle d'évolution du Phylloxera du chêne ne se produit pas complètement en une seule année et que le renouvellement de ce cycle par les aptères sexués doit se faire dans des conditions qui ne sont pas encore nettement déterminées.

» J'ai fait pareilles observations sur le Phylloxera aptère de la vigne et j'ai pu non seulement constater moi-même, mais encore faire constater par un nombreux public la ponte d'hiver de ce Phylloxera. Pendant cette saison, le Phylloxera abandonne les petites racines pour se réfugier sur les plus grosses et plus particulièrement sur la partie de la souche qui, dans le sol, sert de support aux racines principales. C'est là qu'on le trouve très abondant, surtout sur les souches que ses attaques précédentes n'ont pas

encore trop gravement atteintes, et c'est là qu'on peut le voir présentant les mêmes phénomènes biologiques qu'il accuse pendant l'été.

» Pour ces formes aptères, la différence entre les deux saisons extrêmes ne réside absolument que dans un très grand écart entre le nombre des individus pondeurs et le nombre des produits pondus. Ce qui revient à dire que les phénomènes biologiques se continuent sans interruption avec une simple diminution plus ou moins grande d'intensité.

» Il me reste encore à dire un mot de la manière dont se fait l'éclosion, en ce qui concerne le *Phylloxera vastatrix* aptère des racines.

» M. Balbiani a indiqué une crête dentée en scie, qui appartiendrait à la région céphalique de l'embryon et dont celui-ci se débarrasserait au moment de l'éclosion. M. Cornu a remarqué que ce prétendu épaississement appartient à la membrane de l'œuf. C'est en effet la partie externe de l'enveloppe qui est le siége de cette particularité.

» Quand l'éclosion approche, cette enveloppe se dessèche, suivant la ligne que M. Cornu a très bien décrite; il se produit, le long de cette ligne, une exfoliation par petits lambeaux anguleux, qui ont été pris pour les dents d'une scie à l'aide de laquelle l'embryon déchirerait l'enveloppe de l'œuf. La dessiccation de cette portion chitineuse de l'enveloppe a pu, en faisant perdre à cette région sa transparence normale, faire croire à un épaississement. Il serait difficile cependant de trouver un épaississement au point où doit, précisément, se faire une déchirure. Une fois la dessiccation et le commencement d'exfoliation produits, la déchirure s'accuse vite sous les efforts de l'embryon qui se gonfle et qui ne tarde pas à faire éclater l'œuf, d'abord suivant la ligne régulière dont il est question et ensuite suivant une ligne des plus irrégulières, affectant l'œuf dans le sens de son grand diamètre et s'étendant à peu près normalement jusqu'au tiers inférieur.

» Débarrassé de son enveloppe dans sa région antérieure, le nouveau-né se sert de ses pattes antérieures pour se hisser en dehors de cette enveloppe qui, agglutinée à la racine au moment de la ponte, reste fixée à cette racine et se dessèche rapidement. Après ce premier et faible effort, le jeune Phylloxera, dont le corps paraît lubrifié au moment de l'éclosion, se repose comme pour se ressuyer et, après environ deux heures d'immobilité, il commence sa vie active. »

M. **A. Neveu**, M. **S. Jullien** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Th. Rétault** adresse un Mémoire intitulé : « Oscillations des mers, des terres et du feu central ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert, Fouqué.)

M. C. **Drobjasguin** adresse, de Simpheropol (Crimée), un Mémoire sur la périodicité dans les phénomènes de la dissociation.

(Commissaires : MM. Debray, Troost.)

M. **Aubert** adresse, pour le concours de Statistique, des « Études statistiques et médicales sur le recrutement dans le département de la Loire-Inférieure ».

(Renvoi à la Commission.)

Un **Anonyme** adresse, pour le Concours relatif à l'élasticité des corps cristallisés, un pli contenant des résultats de calcul sur la propagation des vibrations lumineuses.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure intitulée : « Charles Robin, sa vie et son œuvre; par M. *Georges Pouchet* ». (Présenté par M. Vulpian.)

M. **Leudet**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Ch. Rouget** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks, faites à l'Observatoire de Toulouse*. Note de M. **Baillaud**, présentée par M. Tisserand.

« Ces observations ont été faites à l'équatorial Brunner par M. B. Baillaud, sauf celle du 29, qui a été faite par M. Andoyer.

Dates. 1887.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	✱–★ Ascension droite apparente.	✱–★ Déclinaison.	Nombre de compar.
				m s	′ ″	
Janv. 27....	*a*	684 B.D. + 75°.	9,2	+0.35,22	+13. 0,0	2:4
28....	*b*	718 B.D. + 76°.	9,0	+0.19,13	+ 9.59,6	6:4
29....	*c*	2571 Σ.	7,5 et 8,2	−1.40,75	−18.30,1	3:6
30....	*d*	694 B.D. + 78°.	8,5	−1.58,45	+ 4.36,0	5:10
31....	*e*	703 »	8,8	+1.47,56	−11.57,9	10:10
Févr. 4....	*f*	735 B.D. + 79°.	8,9	+1.44,30	+ 1.13,5	10:10

Positions des étoiles de comparaisons.

Dates. 1887.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 27......	*a*	18.57.21,68	−4,38	75.56. 9,6	−0,7	B.B., VI.
28......	*b*	19.13.15,20	−4,59	76.45.49,2	+0,1	Arg. Œltzen.
29......	*c*	19.34.42,86	−4,95	78. 1. 8,3	+1,1	Struve.
30......	*d*	19.54. 0,28	−4,98	78.19.10,2	+2,0	38576 Lal.
31......	*e*	20.13.32,94	−5,19	79. 3.55,9	+2,9	B.B., VI.
Févr. 4......	*f*	22.18.27,14	−4,33	80. 2.28,4	+8,3	Id.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ″	
Janv. 27......	10.50. 2	18.57.52,52	$\bar{1},193_n$	76. 9. 8,9	0,884
28......	10. 9.41	19.13.29,74	$\bar{1},421$	76.55.48,9	0,879
29......	11.26.20	19.32.57,16	$\bar{1},388_n$	77.42.39,3	0,875
30......	11.53.45	19.51.56,85	$\bar{1},569_n$	78.23.48,2	0,870
31......	9.43.34	20.15.15,31	$\bar{1},954$	78.52. 0,9	0,832
Févr. 4......	17.16.59	22.20. 7,11	$0,330_n$	80. 3.50,2	0,624

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule de quadrature de Gauss et sur la formule d'interpolation de M. Hermite.* Note de M. **P. MANSION**, présentée par M. Hermite.

« I. L'expression du reste de la formule de quadrature de Gauss, à laquelle nous sommes arrivé (*Comptes rendus*, t. CII, p. 412-415; 1886, 1er semestre), savoir

$$(1)\qquad \frac{2}{2n+1}\left[\frac{1.2.3\ldots n}{1.3\ldots(2n-1)}\right]^2\frac{f^{2n}(\xi)}{1.2.3\ldots 2n},\qquad -1<\xi<1,$$

est contenue implicitement dans une formule plus générale obtenue antérieurement d'une autre manière par M. Markoff. Dans le cas où il s'agit de trouver la valeur de

$$\int_\alpha f(x)\,\omega(x)\,dx,$$

M. Markoff obtient, pour expression du reste,

$$(2)\qquad \frac{f^{2n}(\xi)}{1.2\ldots 2n}\int_\alpha^\beta[\varphi(x)]^2\,\omega(x)\,dx,\qquad \alpha<\xi<\beta,$$

où $\varphi(x)$ est une certaine fonction entière de degré n. Si $\omega(x)=1$, $\alpha=-1$, $\beta=1$, on doit prendre, comme on le déduit aisément des raisonnements de M. Markoff,

$$\varphi(x)=\frac{D_x^n(x^2-1)^n}{(n+1)(n+2)\ldots 2n},$$

et l'expression (2) se transforme, par des calculs faciles, en l'expression (1).

« La formule (2), dit M. Possé (*Sur quelques applications des fractions* » *continues algébriques*, p. 78; Saint-Pétersbourg, 1886), a été donnée pour » la première fois par M. Markoff, dans son Ouvrage *Sur quelques applica-* » *tions des fractions continues algébriques* (en russe); Saint-Pétersbourg, » 1884 »; mais on trouve une esquisse de la démonstration dans une Note publiée, en français, par M. Markoff, en 1885 (*Mathematische Annalen*, t. XXV, p. 427-429).

» II. Le point de départ des recherches de M. Markoff est la belle formule d'interpolation de M. Hermite, et l'application qu'en a faite l'éminent

géomètre au problème des quadratures approchées (*Journal de Crelle*, t. 84, p. 70-79; 1877).

» Il est peut-être intéressant de montrer que cette formule de M. Hermite se déduit de la formule de Newton par un simple passage à la limite. M. Lipschitz (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 120-121; 1878) a esquissé cette méthode pour arriver à la formule de M. Hermite, mais sans recourir aux intégrales curvilignes, dont l'emploi semble nécessaire, quand les valeurs données de la variable sont imaginaires.

» Pour abréger, proposons-nous de chercher la différence entre une fonction $f(z)$ et un polynôme entier $F(z)$ du quatrième degré seulement, satisfaisant d'abord aux conditions suivantes :

$$(3)\qquad \left\{\begin{array}{l} F(a)=f(a),\qquad F(b)=f(b),\qquad F(c)=f(c),\\ \qquad F(g)=f(g),\qquad F(h)=f(h). \end{array}\right.$$

» En employant la notation des fonctions interpolaires, savoir

$$f(a,b)=\frac{f(a)-f(b)}{a-b},\qquad f(a,b,c)=\frac{f(a,b)-f(a,c)}{b-c},\qquad \ldots,$$

on a, comme l'on sait,

$$\begin{aligned} F(z)=f(a)&+(z-a)f(a,b)+(z-a)(z-b)f(a,b,c)\\ &+(z-a)(z-b)(z-c)f(a,b,c,g)\\ &+(z-a)(z-b)(z-g)f(a,b,c,g,h), \end{aligned}$$

$$f(z)=F(z)+(z-a)(z-b)(z-c)(z-g)(z-h)f(a,b,c,g,h,z),$$

et les conditions (3) peuvent être remplacées par les suivantes :

$$(4)\qquad \left\{\begin{array}{l} F(a)=f(a),\qquad F(a,b)=f(a,b),\qquad F(c)=f(c),\\ \qquad F(c,g)=f(c,g),\qquad F(c,g,h)=f(c,g,h). \end{array}\right.$$

» De la formule fondamentale de Cauchy sur les résidus, savoir

$$f(a)=\frac{1}{2\pi i}\int\frac{ft\,dt}{t-a},$$

on tire les valeurs suivantes des fonctions interpolaires

$$f(a,b)=\frac{1}{2\pi i}\int\frac{ft\,dt}{(t-a)(t-b)},$$

$$f(a,b,c)=\frac{1}{2\pi i}\int\frac{ft\,dt}{(t-a)(t-b)(t-c)},\qquad \ldots,$$

les intégrales étant prises le long d'une ligne enveloppant les points ayant pour affixes a, b, c, g, h; de plus, $f(t)$ est supposée synectique sur le contour d'intégration et à l'intérieur de l'aire qu'il limite.

» Faisons maintenant tendre b vers a, h et g vers c; on aura à la limite, comme formule d'interpolation,

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} 2\pi i f(z) = &\int \frac{f(t)\,dt}{t-a} + \int \frac{f(t)(z-a)\,dt}{(t-a)^2} \\ &+ \int \frac{f(t)(z-a)^2\,dt}{(t-a)^2(t-c)} + \int \frac{f(t)(z-a)^2(z-c)\,dt}{(t-a)^2(t-c)^2} \\ &+ \int \frac{f(t)(z-a)^2(z-c)^2\,dt}{(t-a)^2(t-c)^3} + \int \frac{f(t)(z-a)^2(z-c)^3\,dt}{(t-a)^2(t-c)^3(t-z)} \end{aligned}\right.$$

ou encore

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} f(z) = &f(a) + (z-a)\mathrm{D}_a f(a) + (z-a)^2 \mathrm{D}_a f(a, c) \\ &+ (z-a)^2(z-c)\mathrm{D}^2_{ac} f(a, c) + \frac{(z-a)^2(z-c)^2}{1.2}\mathrm{D}^3_{ac^2} f(a, c) \\ &+ \frac{(z-a)^2(z-c)^3}{1.2}\mathrm{D}^3_{ac^3} f(a, c, z). \end{aligned}\right.$$

» Les conditions (4), à la limite, deviennent

$$\mathrm{F}(a) = f(a), \quad \mathrm{F}'(a) = f'(a), \quad \mathrm{F}(c) = f(c),$$
$$\mathrm{F}'(c) = f'(c), \quad \mathrm{F}''(c) = f''(c).$$

» La formule (6) est donc celle de M. Hermite. Sous la forme (5), cette formule revient à une identité algébrique, quand on remplace $2\pi i f(z)$ par $\int f(t)(z-t)^{-1}\,dt$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes orthogonaux, formés par les fonctions thêta.* Note de M. **F. Caspary**, présentée par M. G. Darboux.

« On connaît pour les fonctions thêta d'un seul argument le théorème fondamental de Jacobi, communiqué dans une Lettre à M. Hermite. Les formules importantes qui découlent de ce théorème peuvent être comprises, d'une manière remarquable, dans le théorème suivant :

» I. *Si les arguments w, x, y, z; w', x', y', z' sont liés entre eux par les relations*

$$2w' = w + x + y + z, \qquad 2x' = w + x - y - z,$$
$$2y' = w - x + y - z, \qquad 2z' = w - x - y + z,$$

et si l'on pose, pour abréger,

$$\vartheta_\alpha(u,q)\,\vartheta_\alpha(v,q)=\vartheta_\alpha(u;v)\qquad(\alpha=0,1,2,3),$$

les seize combinaisons de fonctions thêta d'un seul argument

$$(\mathrm{I})\left\{\begin{array}{cccc}
\vartheta(w;x)-\vartheta(y;z), & \vartheta_2(w;x)+\vartheta_2(y;z), & -\vartheta(w';x')-\vartheta(y';z'), & -\vartheta_2(w';x')+\vartheta_2(y';z'),\\
-\vartheta_2(w;x)+\vartheta_2(y;z), & \vartheta(w;x)+\vartheta(y;z), & \vartheta_2(w';x')+\vartheta_2(y';z'), & -\vartheta(w';x')+\vartheta(y';z'),\\
\vartheta_3(w';x')+\vartheta_3(y';z'), & -\vartheta_1(w';x')-\vartheta_1(y';z'), & \vartheta_3(w;x)-\vartheta_3(y;z), & -\vartheta_1(w;x)+\vartheta_1(y;z),\\
\vartheta_1(w';x')-\vartheta_1(y';z'), & \vartheta_3(w';x')-\vartheta_3(y';z'), & \vartheta_1(w;x)+\vartheta_1(y;z), & \vartheta_3(w;x)+\vartheta_3(y;z)
\end{array}\right.$$

forment un système orthogonal.

» Les relations établies par ce théorème sont très nombreuses; car, si seize éléments g_{ik} $(i,k=1,2,3,4)$ forment un système orthogonal, on a les formules bien connues

$$(1)\quad\left\{\begin{array}{l}
g_{i1}g_{k1}+g_{i2}g_{k2}+g_{i3}g_{k3}+g_{i4}g_{k4}=0\qquad(i,k=1,2,3,4;\ i\neq k),\\
g_{i1}^2+g_{i2}^2+g_{i3}^2+g_{i4}^2=g,
\end{array}\right.$$

où g désigne une quantité constante. On en déduit facilement plusieurs autres; je signalerai les suivantes comme les plus importantes pour la théorie des fonctions thêta :

$$(2)\quad\left\{\begin{array}{c}
g_{ik'}^2+g_{il'}^2+g_{im'}^2=g_{ki'}^2+g_{li'}^2+g_{mi'}^2,\\
g_{ii'}^2+g_{ik'}^2+g_{ki'}^2+g_{kk'}^2=g_{ll'}^2+g_{lm'}^2+g_{ml'}^2+g_{mm'}^2,\\
g_{ii'}g_{kk'}-g_{ik'}g_{ki'}=g_{ll'}g_{mm'}-g_{lm'}g_{ml'}.
\end{array}\right.$$

Les indices i, k, l, m et i', k', l', m', qui sont différents les uns des autres, désignent les nombres 1, 2, 3, 4 et doivent être choisis dans la dernière formule, de telle manière que les permutations i, k, l, m et i', k', l', m' appartiennent à la même classe.

» La démonstration du théorème énoncé est très simple. En appliquant aux produits de deux fonctions thêta les transformations connues du second degré, les formules signalées apparaîtront comme des identités.

» Ces équations identiques sont très remarquables, parce qu'elles montrent que *les fonctions thêta de* ρ *variables forment elles-mêmes des systèmes orthogonaux.*

» Je me propose ici d'expliquer la voie par laquelle on arrive à ces systèmes orthogonaux, et de donner quelques applications simples et importantes.

» Soit définie par la formule

$$\vartheta\begin{pmatrix}\varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \dots & \varepsilon_\rho \\ \delta_1 & \delta_2 & \dots & \delta_\rho\end{pmatrix}(u_1, u_2, \dots, u_\rho) = \sum_{n_1, n_2, \dots, n_\rho} e^{2i\pi\sum_\alpha (u_\alpha + \frac{1}{2}\delta_\alpha)(n_\alpha + \frac{1}{2}\varepsilon_\alpha) + i\pi\sum_{\alpha,\beta}\tau_{\alpha\beta}(n_\alpha + \frac{1}{2}\varepsilon_\alpha)(n_\beta + \frac{1}{2}\varepsilon_\beta)}$$

$$(\alpha, \beta, \gamma = 1, 2, \dots, \rho;\ n_\gamma = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \text{in inf.})$$

la fonction thêta de ρ arguments. En multipliant deux de ces fonctions dont les arguments $u_1, u_2, \dots, u_\rho$; $v_1, v_2, \dots, v_\rho$ soient indépendants, on a la relation suivante, due à M. Weierstrass et relative à la transformation du second degré,

$$(3)\qquad \begin{matrix}\varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \dots & \varepsilon_\rho \\ \delta_1 & \delta_2 & \dots & \delta_\rho\end{matrix} = \sum (-1)^{\sum_k \lambda_\alpha^{(k)}\delta_\alpha} A_k B_{k\varepsilon} \qquad (k = 1, 2, \dots, 2^\rho).$$

» Dans cette formule, les quantités $\lambda_1^{(k)}, \lambda_2^{(k)}, \dots, \lambda_\rho^{(k)}$ prennent, les unes indépendamment des autres, les valeurs 0 et 1, et l'on a posé, pour abréger,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} \begin{matrix}\varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \dots & \varepsilon_\rho \\ \delta_1 & \delta_2 & \dots & \delta_\rho\end{matrix} &= \vartheta\begin{pmatrix}\varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \dots & \varepsilon_\rho \\ \delta_1 & \delta_2 & \dots & \delta_\rho\end{pmatrix}(u_1, u_2, \dots, u_\rho)\,\vartheta\begin{pmatrix}\varepsilon_1 & \varepsilon_2 & \dots & \varepsilon_\rho \\ \delta_1 & \delta_2 & \dots & \delta_\rho\end{pmatrix}(v_1, v_2, \dots, v_\rho), \\ A_k &= \theta\begin{pmatrix}\lambda_1^{(k)} & \lambda_2^{(k)} & \dots & \lambda_\rho^{(k)} \\ 0 & 0 & \dots & 0\end{pmatrix}(u_1 + v_1, u_2 + v_2, \dots, u_\rho + v_\rho), \\ B_{k\varepsilon} &= \theta\begin{pmatrix}\lambda_1^{(k)} + \varepsilon & \lambda_2^{(k)} + \varepsilon & \dots & \lambda_\rho^{(k)} + \varepsilon \\ 0 & 0 & \dots & 0\end{pmatrix}(u_1 - v_1, u_2 - v_2, \dots, u_\rho - v_\rho), \end{aligned}\right.$$

où les fonctions θ possèdent les modules doublés $2\tau_{\alpha\beta}$.

» En exprimant, en vertu de la formule (3), les identités qui font la base du premier théorème, on trouve, pour $\rho = 2$:

» II. *Les seize produits des fonctions thêta de deux arguments*

$$(\text{II})\qquad \begin{matrix} \begin{matrix}00\\11\end{matrix} & \begin{matrix}10\\00\end{matrix} & -\begin{matrix}01\\10\end{matrix} & -\begin{matrix}11\\01\end{matrix} \\[1ex] -\begin{matrix}10\\01\end{matrix} & \begin{matrix}00\\10\end{matrix} & \begin{matrix}11\\00\end{matrix} & -\begin{matrix}01\\11\end{matrix} \\[1ex] \begin{matrix}01\\00\end{matrix} & -\begin{matrix}11\\11\end{matrix} & \begin{matrix}00\\01\end{matrix} & -\begin{matrix}10\\10\end{matrix} \\[1ex] \begin{matrix}11\\10\end{matrix} & \begin{matrix}01\\01\end{matrix} & \begin{matrix}10\\11\end{matrix} & \begin{matrix}00\\00\end{matrix} \end{matrix}$$

forment un système orthogonal.

» Si $v_1 = v_2 = 0$, les fonctions thêta impaires s'évanouissent, et l'on trouve un système orthogonal, formé par les neuf quotients des fonctions thêta paires. Ce système orthogonal, communiqué par M. Weierstrass dans son

Cours, professé à l'Université de Berlin, a été employé par M. Darboux et M. Weber pour la résolution de questions très importantes.

» Dans un Mémoire, inséré au *Journal de M. Kronecker* (t. XCIV, p. 77), j'ai donné le théorème II, et j'en ai déduit, comme des conséquences immédiates, la relation de Göpel du quatrième degré et les substitutions de Borchardt qui transforment cette relation dans l'équation de la surface de Kummer.

» Soit maintenant $\rho > 2$. Si l'on donne dans la formule (3) à $\rho - 2$ des quantités δ les valeurs δ_{i_1}, $\delta_{i_{\rho-2}}$ et $\delta_{i_1} + 1$, ..., $\delta_{i_{\rho-2}} + 1$, et si l'on ajoute les formules résultantes, le second membre ne contiendra que quatre termes A et quatre termes B. En arrangeant ces termes A et B comme le sont les termes $A_1, \ldots, A_4$ et $B_1, \ldots, B_4$ dans les identités qui font la base du Tableau II, et en exprimant ces arrangements en vertu de la formule (3) par les fonctions thêta de ρ arguments, on aura des systèmes orthogonaux. On parvient aux autres systèmes orthogonaux si l'on substitue, pour les termes $A_1, \ldots, A_4$; $B_1, \ldots, B_4$, des sommes convenablement choisies.

» Comme les systèmes orthogonaux qu'on obtient de cette manière sont très nombreux, je me bornerai ici à communiquer encore le théorème suivant relatif au cas $\rho = 3$, et j'en donnerai d'autres prochainement.

» III. *En substituant pour les produits des fonctions thêta de deux arguments* $\begin{smallmatrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & \delta_2 \end{smallmatrix}$ *dans le Tableau II les combinaisons de produits des fonctions thêta des trois arguments*

$$\begin{smallmatrix} g & \varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ 0 & \delta_1 & \delta_2 \end{smallmatrix} + \varepsilon \begin{smallmatrix} g & \varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ 1 & \delta_1 & \delta_2 \end{smallmatrix}, \quad \begin{smallmatrix} \varepsilon_1 & g & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & 0 & \delta_2 \end{smallmatrix} + \varepsilon \begin{smallmatrix} \varepsilon_1 & g & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & 1 & \delta_2 \end{smallmatrix}, \quad \begin{smallmatrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & g \\ \delta_1 & \delta_2 & 0 \end{smallmatrix} + \varepsilon \begin{smallmatrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & g \\ \delta_1 & \delta_2 & 1 \end{smallmatrix},$$

ou

$$\begin{smallmatrix} 0 & \varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ g & \delta_1 & \delta_2 \end{smallmatrix} + \varepsilon \begin{smallmatrix} 1 & \varepsilon_1 & \varepsilon_2 \\ g & \delta_1 & \delta_2 \end{smallmatrix}, \quad \begin{smallmatrix} \varepsilon_1 & 0 & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & g & \delta_2 \end{smallmatrix} + \varepsilon \begin{smallmatrix} \varepsilon_1 & 1 & \varepsilon_2 \\ \delta_1 & g & \delta_2 \end{smallmatrix}, \quad \begin{smallmatrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & 0 \\ \delta_1 & \delta_2 & g \end{smallmatrix} + \varepsilon \begin{smallmatrix} \varepsilon_1 & \varepsilon_2 & 1 \\ \delta_1 & \delta_2 & g \end{smallmatrix},$$

$$(g = 0, 1; \; \varepsilon = \pm 1)$$

on parvient à des systèmes qui restent orthogonaux.

» Je finis cette Note par la remarque que l'on arrive, pour $\rho = 3$, aux relations du quatrième degré analogues à la relation célèbre de Göpel, si l'on applique aux systèmes orthogonaux la première des équations (2). »

PHYSIQUE. — *Sur les mouvements de l'air*. Note de M. CH. WEYHER, présentée par M. Mascart.

« 1. Un jet d'air ou de vapeur, de un demi-millimètre de diamètre à la sortie, et incliné à 45° sur l'horizon, retient suspendues dans l'espace deux sphères, dont l'une en liège de 20^{mm} de diamètre, et l'autre en caoutchouc gonflée d'air et placée un peu plus loin dans ce jet.

» Le centre de gravité des sphères est naturellement au-dessous de l'axe du jet, en sorte que celui-ci les fait tourner sur elles-mêmes; mais cette condition n'est pas nécessaire pour l'équilibre, car, si on les leste toutes deux, elles tiennent aussi bien. La pesanteur des sphères est équilibrée par l'attraction produite par la série des petits tourbillons qui se forment sur les flancs du jet.

» Lorsqu'on met la main dans le jet au delà des sphères, elles se rapprochent l'une de l'autre et de la tuyère.

» 2. Une sphère à palettes, disposées suivant une série de méridiens, tourne rapidement sur une broche; l'air s'échappe en souffle énergique tout autour par l'équateur et renvoie au large les fragments de papier qu'on lui présente. Néanmoins un ballon gonflé d'air, présenté à ce jet, est vivement attiré vers la sphère tournante et décrit autour d'elle des orbites dans le plan de l'équateur.

» Dans l'expérience, l'axe de rotation de la sphère tournante est incliné à 45°, en sorte que, la pesanteur terrestre s'ajoutant à l'attraction produite par la sphère, le ballon vient heurter celle-ci à sa partie supérieure et se trouve alors renvoyé par le choc au delà du point où il pourrait être repris. Je place autour de la sphère, dans le plan de l'équateur, une garde ou anneau en fil de fer fin retenu au support, afin d'empêcher le contact. Le ballon décrit alors ses orbites indéfiniment, en s'éloignant même de la garde à la partie inférieure, sous l'action de la pesanteur. Différentes dispositions permettent de supprimer cette garde, mais n'apprennent rien de plus.

» Si l'on étudie les mouvements tourbillonnaires engendrés dans l'air par la sphère tournante, et les tourbillons qui prennent naissance entre elle et le ballon, on se rend facilement compte de l'attraction produite sur le ballon et du mouvement de rotation de celui-ci autour du centre commun.

» 3. La sphère précédente, débarrassée de sa garde protectrice, est mise en rotation; on présente parallèlement à son équateur un anneau libre en papier, dont le diamètre intérieur est plus grand que le diamètre extérieur de la sphère, et on le laisse s'échapper des doigts. A l'instant, il est saisi dans le mouvement de rotation et se tient avec énergie dans le plan de l'équateur.

» 4. Une sphère formée par des palettes en tôle est mise en rotation rapide sur son axe; on brûle, dans son voisinage, des matières produisant des fumées. On suit alors le mouvement général de l'air qui se dirige vers la sphère, de tous les côtés de l'espace, pour ressortir par l'équateur.

» Une flamme de gaz s'infléchit à tel point qu'elle pénètre dans la sphère entre les palettes et forme des protubérances semblables à celle du Soleil; il se produit même, dans cette expérience, des quantités notables d'ozone.

» Un ballon gonflé en partie au gaz, de façon à présenter à peu près la densité de l'air, est lâché à 2^m ou 3^m de la sphère tournante; il s'avance vers elle de plus en plus vite, en fait le tour, pour s'en éloigner et y revenir encore, pour peu que sa marche n'ait pas été modifiée par un obstacle de la salle où se fait l'expérience. D'autres fois, le ballon est captivé par la sphère tournante et se maintient sur des orbites autour d'elle.

» De petits ballons placés à terre se mettent tous à tourner sur place, d'autres forment des centres d'agglomération se rassemblant en un seul groupe. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination des flux de force des systèmes électromagnétiques quelconques. Méthode de la servo-variation de l'induction.* Note de M. G. CABANELLAS. (Extrait.)

« La Note présentée à l'Académie, le 31 janvier, par M. Leduc me paraît donner lieu tout d'abord à deux observations :

» 1° Les formules reliant le temps d'établissement et le courant

$$i = \mathrm{I}\left(1 - e^{-\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}}t}\right) \qquad \text{ou} \qquad t = \frac{\mathrm{S}m}{\mathrm{R}}\mathcal{L}\frac{\mathrm{I}}{\mathrm{I}-i},$$

m densité de flux pour $i = 1$, S surface du flux total, ne sont même pas toujours pratiquement légitimes lorsque L est constant, car le calcul admet que E et R sont des constantes, ce qui n'existe généralement pas, à beau-

coup près, avec les piles pendant la période variable, à moins d'employer une pile d'une surface très considérable, tout à fait disproportionnée avec les seuls besoins du régime permanent.

» Parmi les autres causes de désaccord, je suppose qu'il y aurait lieu de placer, à un rang important, le mode d'évaluation de m qui, dans l'application citée par M. Leduc, a dû lui faire attribuer une valeur trop faible, la valeur dans l'entrefer pouvant être très amoindrie.

» 2° M. Leduc dit que l'équation différentielle $(E - Ri)\,dt = d\varphi$ n'est exacte qu'en négligeant : *a* le retard dans l'aimantation ; *b* l'énergie transformée en chaleur par les courants induits dans le fer ; *c* le magnétisme rémanent ou permanent.

» Or cette équation est toujours rigoureusement satisfaite, pourvu qu'on tienne compte de la force contre-électromotrice η imputable à la cause *b* (nous donnerons plus bas le moyen d'en obtenir la valeur). Quant aux causes *a* et *c*, elles ne peuvent que diminuer $d\varphi$ et, par conséquent, $\frac{d\varphi}{dt}$ ou e force électromotrice d'induction, mais ces causes sont inaptes à porter aucun trouble dans l'équation

$$(\alpha) \qquad E - Ri - e - \eta = 0,$$

e et η représentant, à tout dt, les pièces comptables du bilan que la Nature tient toujours exactement équilibré.

» Ces remarques nous conduisent à l'indication de la méthode. L'équation (α) n'est autre que

$$d\varphi = (E - Ri)\,dt - \eta\,dt \qquad \text{ou} \qquad \varphi = \int (E - Ri)\,dt - \int \eta\,dt.$$

» Si l'on néglige le second terme du second membre, il suffirait d'observer i avec un galvanomètre d'une convenable apériodicité, puis de tracer la courbe $e = f(t)$ et d'en sommer la surface par un intégrateur mécanique, mais il est préférable d'échapper aux variations des éléments de la pile en considérant seulement la bobine excitatrice de résistance r ; la différence de potentiel à la bobine étant ε, on a encore

$$e = \varepsilon - ri.$$

» C'est sous cette forme que la très bonne idée en est venue à mon collaborateur, M. Arnoux.

» Toutefois, le défaut de ce moyen de mesure était : de sommer une sur-

face trop grande de la quantité $\int \eta\, dt$ pour la fermeture; de ne pas être pratiquement applicable en dehors d'une lenteur convenable du phénomène; d'être toujours, comme exactitude relative, subordonné à la rapidité variable des différentes phases du phénomène; de ne pas se prêter à toutes les vérifications désirables.

» J'ai eu l'idée de faire varier *à volonté* la résistance totale R ou la force électromotrice E, ou l'une ou l'autre, de façon à commander arbitrairement la marche graduelle du phénomène, et d'employer, pour observer e, une spirale induite indépendante.

» Dès lors, η n'intervient plus pour fausser la valeur de e; le flux est déterminé facilement en chaque point du circuit magnétique; la force électromotrice engendrée dans cette spirale part de zéro pour grandir avec la lenteur arbitraire que choisit l'expérimentateur. L'ordonnée peut rester constante, passer par un maximum ou par plusieurs, et revenir à o suivant une loi quelconque ([1]).

» Nous avons ainsi complètement asservi les phénomènes, au point de pouvoir employer la méthode sur un noyau de fils de fer très fins qui, avec fermeture brusque, atteindrait instantanément l'état magnétique définitif; nous forçons le phénomène à durer le nombre de secondes qui nous convient, ne laissant croître i qu'à notre volonté. Ce cas particulier permet une vérification par comparaison avec la méthode usuelle de déflexion au galvanomètre périodique.

» Il est important de remarquer que, dans tous les cas, avec un noyau quelconque divisé ou massif, il suffit de changer la loi arbitraire de variation du même courant final du système, pour constituer des vérifications du résultat numérique, aussi nombreuses qu'on le veut, par la méthode elle-même de *la servo-variation de l'induction.* »

([1]) Traçant les courbes $e = f_1(t)$ et $e + \eta = f_2(t)$, nous aurons

$$\eta = f_3(t);$$

si nous avons aussi observé $i = f_4(t)$, nous pouvons tracer $\eta i = f_5(t)$ qui, avec l'intégrateur, donnera l'énergie dépensée en chaleur dans le fer du noyau massif. Il est intéressant de comparer ce résultat avec cette prévision théorique que la grandeur de l'énergie en question, toutes choses égales d'ailleurs, variera proportionnellement à l'inverse de t. L'énergie d'excitation proprement dite s'obtiendrait par $\int ei\, dt$.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode de détermination du flux d'induction qui traverse un système électromagnétique.* Note de M. **R. Arnoux.**

« La détermination expérimentale du flux d'induction qui traverse un système électromagnétique (machine dynamo, transformateur d'induction) présente un intérêt à la fois théorique et pratique considérable.

» Partant de la définition, généralement adoptée aujourd'hui, qu'a donnée Maxwell de la force électromotrice d'induction, si l'on désigne par ε cette force et par t le temps pendant lequel elle persiste, le flux magnétique sera déterminé par l'équation

$$(1) \qquad F = \int \varepsilon \, dt.$$

» Jusqu'ici cette détermination a toujours été effectuée par une méthode, détournée en quelque sorte, basée sur l'emploi du galvanomètre balistique. Si l'on admet en effet que la loi de Ohm soit applicable à chaque instant de la période variable, on a

$$(2) \qquad \int \varepsilon \, dt = R \int i \, dt = F,$$

R désignant la résistance totale du circuit. Mais il importe de remarquer que cette méthode suppose expressément que la variation du flux d'induction soit assez rapide pour que le mobile du galvanomètre reçoive une impulsion instantanée. Or il est rare qu'il en soit ainsi dans la pratique industrielle, surtout lorsque les appareils atteignent de grandes dimensions et qu'une portion notable du flux créé traverse un métal magnétique, comme c'est généralement le cas. L'expérience montre en effet que, dans ces appareils, le temps nécessaire au courant ou au flux pour atteindre la même fraction de sa valeur définitive croît beaucoup plus vite que les dimensions (durée d'amorçage des machines semblables). Il est évident qu'en augmentant parallèlement les dimensions du galvanomètre balistique, on peut toujours arriver à intégrer le phénomène avec la même approximation; mais l'expérience montre que, pour obtenir ce résultat, les appareils industriels exigent des galvanomètres de dimensions absolument inadmissibles dans la pratique.

» Ces considérations m'ont engagé à chercher s'il ne serait pas possible d'arriver par une autre méthode que celle du galvanomètre balistique à la mesure du flux d'induction magnétique. J'y suis parvenu par une méthode

qui est beaucoup plus naturelle, en ce sens qu'elle consiste à déterminer expérimentalement la loi de variation de la force électromotrice d'induction en fonction du temps à l'aide d'appareils à indications rapides, électromètre capillaire de M. Lippmann ou galvanomètres à masses mobiles aussi réduites que possible et placées dans un champ magnétique intense. L'intégration *graphique* de la courbe ainsi obtenue, opération qui s'effectue aisément aujourd'hui à $\frac{1}{300}$ près à l'aide d'un planimètre ou d'un intégraphe, fait connaître la valeur du flux d'induction.

» L'appareil actuellement employé dans les mesures, et dont l'exécution a été confiée à M. J. Carpentier, est un galvanomètre différentiel à cadre mobile de très petites dimensions. Un autre galvanomètre différentiel à aiguille de fer doux, extrêmement légère, placée dans un champ magnétique intense, est actuellement en voie d'exécution chez le même constructeur.

» *Mode opératoire*. — Le système électromagnétique considéré est brusquement placé sur un électromoteur de force électromotrice E (pile, accumulateur). Dans ces conditions, l'équation différentielle est

$$dF = (E - iR)\,dt. \tag{3}$$

» Lorsque la force électromotrice E est constante, la détermination du flux revient simplement à celle de la loi de variation du courant excitateur en fonction du temps. Dans ce cas, en effet, l'équation précédente intégrée donne

$$F = E - R\int i\,dt. \tag{4}$$

» Mais, en pratique, on ne peut jamais être assuré de la constance de E pendant tout l'intervalle d'une mesure, et la détermination de i en fonction de t ne suffit plus. Je suis parvenu à tourner la difficulté en rendant différentiel le galvanomètre employé. Un des circuits de ce galvanomètre est taré de façon à donner (en volts) le produit de l'intensité i du courant par la résistance intérieure r de l'appareil, et la résistance de l'autre circuit est réglée de façon que, placé en dérivation aux bornes du système, un équilibre rigoureux soit obtenu en régime permanent. Il est clair qu'en régime variable, cet équilibre étant rompu, la déviation du galvanomètre est à chaque instant proportionnelle à la différence $(e - ir)$, c'est-à-dire à la force électromotrice d'induction ε, et le flux d'induction *total* établi dans l'appareil est donné en unités C. G. S. par l'équation

$$F = 10^8\int(e - ir)\,dt. \tag{5}$$

» Ce flux, divisé par le nombre N des spires du fil, donne évidemment la valeur du flux d'induction *moyen*, puisque le circuit total du système est intéressé dans la mesure. Il est bien évident que, si l'on a uniquement en vue de déterminer la valeur finale du flux, sa loi de variation en fonction du temps peut être rendue absolument quelconque. On peut, par exemple, régler, comme nous le faisons à l'aide d'un rhéostat spécial, son établissement avec toute la lenteur désirable pour les mesures et augmenter ainsi autant qu'on veut leur précision, l'erreur due à l'inertie des pièces mobiles du galvanomètre devenant aussi, par ce fait, absolument négligeable.

» Comme je le dis au commencement de cette Note, la détermination du flux d'induction magnétique est d'une importance capitale dans la construction des dynamos. Actuellement, il n'existe aucune méthode pour mesurer ce flux. Celle que je viens de décrire peut être facilement appliquée aux machines en utilisant leur période d'*amorçage*. Pour fixer les idées, considérons une machine shunt tournant à une vitesse uniforme ou à peu près, le circuit inducteur seul étant ouvert. On place le circuit résistant du galvanomètre, taré et réglé à l'avance pour le régime permanent, en dérivation sur les balais et l'autre circuit en tension sur celui des inducteurs; puis on ferme ce dernier. Il est clair que, lorsque le régime permanent sera atteint, le flux d'induction total qui traverse à ce moment la machine sera déterminé par la relation (5). D'autre part, si l'on désigne par E la force électromotrice (en volts) développée alors par l'armature, l'équation (1) donne pour la valeur F' du flux d'induction qui la traverse

$$F' = 6.10^9 \frac{E}{N'n},$$

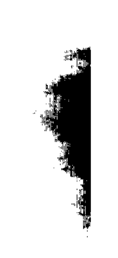
équation dans laquelle N' est le nombre total de tours du fil enroulé sur l'armature et n le nombre de tours effectués par minute. Le rapport de F' à $\frac{F}{N}$ fait connaître la fraction du flux *moyen* inducteur utilisée dans l'armature et met ainsi sur la voie de perfectionnements à apporter. »

OPTIQUE. — *Sur un système d'oculaires, destiné à augmenter le grossissement des petites lunettes.* Note de M. **Joseph Vinot**, présentée par M. Cornu.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un genre d'oculaires à tirages, pour lunette d'amateur, tel qu'à chaque allongement correspond un gros-

sissement plus considérable. Avec ce système d'oculaires, la plus petite longue-vue, n'eût-elle que $0^m,02$ de diamètre à l'objectif, permet de bien voir, par exemple, que Saturne a un anneau.

» J'ose espérer que l'Académie accueillera avec bienveillance ce nouveau moyen de faire pénétrer dans le public le goût des études astronomiques. »



CHIMIE. — *Sur les causes déterminantes de la phosphorescence du sulfure de calcium.* Note de M. A. VERNEUIL, présentée par M. Fremy.

« Les recherches que je poursuis depuis longtemps et dont j'ai déjà pré-senté le résumé à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 600) o[illegible] but de déterminer les causes qui activent la phosphorescence [illegible] fure de calcium.

» Je rappelle que, pour préparer le sulfure de calcium présenta[illegible] phosphorescence violette, il suffit de calciner un mélange formé de 1[illegible]ties de chaux de coquille d'*Hypopus vulgaris*, 30 de soufre et 0,02 de [illegible]nitrate de bismuth (¹).

» Ayant reconnu que la chaux pure, traitée dans les mêmes conditions, ne produisait qu'une matière très faiblement phosphorescente, j'ai pensé que l'analyse de cette coquille permettrait de retrouver les corps qui lui communiquent à un si haut degré la propriété phosphorescente.

» L'analyse de la coquille d'*Hypopus* indique qu'elle renferme :

Chaux	54,95	Silice	0,02
Acide carbonique	43,26	Magnésie	0,01
Carbonate de soude	0,99	Acide phosphorique	traces
Chlorure de sodium	0,06	Matières organiques et pertes	0,67
Matières insolubles	0,04		

» Pour mettre en évidence le carbonate de soude et le sel marin, il suffit de traiter par l'eau bouillante la coquille pulvérisée : le liquide évaporé laisse cristalliser le mélange des deux sels, et l'expérience synthé-

(¹) C'est par erreur qu'on a imprimé dans le Mémoire précédent (p. 602) que la solution alcoolique contenait 0,5 pour 100 de sous-nitrate de bismuth; il faut lire : 0,05 pour 100.

tique suivante démontre que la vive phosphorescence du sulfure de calcium obtenu avec la chaux de coquille est due principalement à ces deux matières.

» 100 parties de carbonate de chaux pur, imbibées d'une solution contenant 1 partie de carbonate de soude et 0,06 de chlorure de sodium, ont été calcinées au rouge vif. La chaux obtenue, ayant sensiblement la même composition que celle de la coquille, a été mélangée avec 30 pour 100 de soufre et 0,02 de sous-nitrate de bismuth en solution alcoolique, puis calcinée. Le produit possède une belle phosphorescence bleue, inférieure cependant, comme éclat, à celle obtenue avec la chaux d'*Hypopus*.

» Mais, en doublant les quantités de carbonate de soude et de sel marin, on obtient un produit semblable à celui que donne la chaux de coquille dans les mêmes conditions; l'excès de fondant qu'on doit employer tient à la difficulté de reproduire un mélange aussi intime que celui de la nature.

» Il est ainsi démontré qu'on peut obtenir un très beau phosphore en ajoutant au carbonate de chaux pur les corps étrangers que l'analyse révèle dans la coquille.

» Après avoir déterminé les conditions de production d'un sulfure de calcium très phosphorescent, j'ai dû rechercher l'influence que chacun des corps ajoutés pouvait exercer sur le développement de ce phénomène; les expériences suivantes répondent à la question que je viens de poser.

» 1° J'ai reconnu d'abord que le sulfure de calcium aussi pur que possible, préparé en traitant au rouge vif le carbonate de chaux par l'hydrogène sulfuré, puis par l'hydrogène à la même température, pour détruire le polysulfure formé, est dépourvu de phosphorescence notable lorsqu'on l'observe une seconde après l'insolation.

» Cependant ce sulfure, grillé pendant quelques secondes sur une lame de platine au rouge, brûle avec incandescence et possède alors une très faible phosphorescence blanche. J'attribue ce phénomène à la production du sulfate de chaux formé pendant le grillage. Ce qui semble le démontrer, c'est qu'il suffit de chauffer au rouge vif dans un courant d'azote du sulfure de calcium, additionné de 10 pour 100 de plâtre pur, pour lui communiquer une phosphorescence semblable à la précédente.

» On obtient un produit identique lorsqu'on traite au creuset la chaux pure par 30 pour 100 de soufre au rouge vif.

» 2° Étudiant alors l'influence du carbonate de soude, j'ai reconnu que le carbonate de chaux additionné de 1 pour 100 de ce fondant, puis

chauffé dans un courant d'hydrogène sulfuré, donne un sulfure possédant une phosphorescence blanc verdâtre faible; la phosphorescence augmente et devient très nettement verte par le grillage.

» Même résultat lorsqu'on traite ce carbonate de chaux au creuset par 30 pour 100 de soufre.

» 3° Quant à l'influence du bismuth, je l'ai constatée en ajoutant 0,02 pour 100 de sous-nitrate de bismuth au carbonate de chaux. Ce mélange, calciné dans un courant d'acide sulfhydrique, ne possède qu'une faible phosphorescence blanche, due au sulfure de bismuth; la lumière émise augmente nettement après le grillage, à cause du sulfate de chaux formé, mais elle demeure blanche.

» Du carbonate de chaux, traité au creuset par 30 pour 100 de soufre avec 0,02 de sel de bismuth, donne le même résultat.

» Si l'on ajoute maintenant une petite quantité de carbonate de soude à l'un ou l'autre des produits ainsi obtenus, puis qu'on porte le mélange au rouge, la phosphorescence bleue se développe; elle est très vive.

» 4° Il me restait à étudier l'influence du sel marin. Le carbonate de chaux, additionné de 1 pour 100 de carbonate de soude, de 0,06 de sel marin et de 0,02 de sel de bismuth, donne, après calcination dans un courant d'hydrogène sulfuré, une matière plus phosphorescente que celle exempte de chlorure de sodium. La vivacité de la lumière émise augmente par le grillage; le résultat est encore dans ce cas le même que celui obtenu dans le creuset.

» De l'ensemble de ces faits, il résulte que le sulfure de calcium violet, préparé avec la coquille, doit sa vive phosphorescence à la fois au sel de bismuth, au carbonate de soude, au sel marin et au sulfate de chaux formé pendant la réaction, et comme, en forçant les quantités de carbonate de soude et de sel marin, on n'augmente pas notablement l'éclat du produit, on doit reconnaître que la coquille contient ces fondants dans les proportions voulues pour donner à peu près le maximum d'éclat.

» Les traces de silice et de produits non dosés jouent probablement un rôle analogue, mais leur action est négligeable, si on la compare à celle des corps que je viens de citer. S'il m'était permis, dans un travail encore bien incomplet, de donner mon opinion sur la cause générale du phénomène si remarquable de la phosphorescence du sulfure de calcium, je dirais que tous les corps précédemment cités agissent comme de simples fondants, et que toute matière capable de vitrifier la surface du sulfure de calcium sans la colorer rend ce produit très phosphorescent.

» Il acquiert, en effet, cette propriété à un degré plus ou moins élevé, mais toujours très supérieur à celui que lui donne le simple grillage, lorsqu'on le chauffe au rouge sur une lame de platine avec quelques centièmes de l'un des corps suivants : borax, carbonate de potasse, chlorure de sodium, carbonate de soude, sulfate de soude, silicate de soude, chlorure de baryum, chlorure de strontium, fluorure de calcium, fluorure de baryum, hydrofluosilicate de baryum, cryolithe, etc.

» Tous ces corps agissent probablement en changeant l'état moléculaire du sulfure de calcium conformément aux vues émises par M. Becquerel.

» Je poursuis cette étude, et j'espère avoir l'honneur de soumettre prochainement à l'Académie le résultat des expériences qui autorisent à généraliser cette idée [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de quelques métaux sur le nitrate d'argent en dissolution étendue.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. Troost.

« Si, dans une solution étendue de nitrate d'argent, contenant au plus 20^{gr} de sel par litre, on introduit une lame de plomb pur, il n'y a pas un équivalent d'argent précipité, quand la lame a perdu un équivalent de plomb, comme l'indiquerait l'équation

$$AgO, AzO^5 + Pb = Ag + PbO, AzO^5.$$

» En effet, si l'on retire la lame quand elle a perdu $1^{éq}$, on trouve que la liqueur n'a perdu que trois quarts d'équivalent d'argent environ. Lorsque tout l'argent est précipité, la lame de plomb a perdu $2^{éq}$. Il s'est formé en même temps du nitrosonitrate diplombique, dont une partie se dissout dans la liqueur qu'il colore en jaune, tandis qu'une autre partie reste avec l'argent du dépôt. Le nitrosonitrate est décomposé à son tour, et la réaction ne s'achève que lorsque la lame de plomb a perdu $3^{éq}$; il s'est formé de l'azotite tribasique de plomb.

» On pourrait interpréter cette réaction en admettant que l'azotate

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de M. Fremy, au Muséum d'Histoire naturelle, et sous sa bienveillante direction.

neutre de plomb formé dans les premiers moments est ensuite décomposé par le plomb en excès. En effet, au début de l'expérience, il ne paraît pas se produire de nitrosonitrate. De plus, j'ai constaté que le plomb agit sur l'azotate neutre de plomb dissous, non seulement à chaud, comme on le savait déjà, mais encore à la température ordinaire. Toutefois cette dernière action est extrêmement lente et reste, même après plusieurs mois, très limitée; tandis que la conversion de l'azotate d'argent en nitrosonitrate de plomb s'opère en quelques heures et que sa transformation en azotite triplombique est achevée après deux ou trois jours.

» Le plomb n'est pas le seul métal qui, en agissant sur les solutions de nitrate d'argent, réduise l'acide azotique en même temps que l'argent est précipité. Le zinc, le fer, le cadmium, l'étain, l'antimoine, l'aluminium, employés à l'état de pureté, présentent des phénomènes analogues.

» Avec le zinc par exemple, il se produit un dégagement de protoxyde d'azote mêlé d'un peu d'azote. Lorsque toute réaction chimique est terminée, la lame de zinc a perdu $4^{éq}$, et il ne reste que des traces de zinc en dissolution. Le précipité renferme, outre l'argent, de l'oxyde de zinc hydraté, mêlé de nitrate basique en très petite quantité.

» Dans les mêmes conditions, l'aluminium perd $2^{éq}$. La formation de l'hydrate d'alumine est accompagnée d'un dégagement de bioxyde d'azote.

» Or les solutions de nitrate de zinc, prises isolément, ne sont nullement décomposées *à froid* par le zinc pur, comme j'ai eu soin de m'en assurer; on sait également que l'aluminium n'attaque pas *à froid* l'acide azotique.

» Il faut en conclure que la décomposition de l'acide azotique combiné et la précipitation de l'argent sont deux phénomènes corrélatifs et que la précipitation de l'argent détermine la réduction de l'acide dans le nouveau sel. Cette réduction de l'acide azotique commence avant que la précipitation de l'argent soit complète : le métal décompose l'acide en même temps qu'il précipite l'argent.

» Les faits observés avec le nitrate d'argent dissous se reproduisent avec d'autres azotates. C'est ainsi que le zinc perd $3^{éq}$ en précipitant le cuivre ou le plomb, dans les solutions étendues de nitrate de cuivre ou de nitrate de plomb.

» Ce qui précède permet peut-être d'expliquer les valeurs assignées par Bergman et adoptées par Lavoisier pour les quantités pondérables des métaux précipitants. D'après Bergman, pour déplacer $1^{éq}$ d'argent dans le nitrate d'argent dissous, il faut $2^{éq}$ de plomb, près de $2^{éq}$ de zinc, $1^{éq},5$ d'é-

tain [1]. Ces résultats seraient attribués au choix du genre de sel soumis à l'expérience.

» Si mes chiffres sont encore supérieurs à ceux de Bergman, cela peut tenir à ce que, par suite d'un plus long contact et des conditions différentes de l'expérience, la décomposition de l'acide azotique a été plus avancée, et l'oxydation des métaux plus profonde. »

CHIMIE. — *Action de l'acide sulfurique sur la solubilité des sulfates.* Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Friedel.

« Certains sulfates ne paraissent pas susceptibles de se combiner avec l'acide sulfurique pour former des sulfates acides.

» Lorsqu'on fait agir l'acide sulfurique sur la solution de semblables sulfates, on constate que la solubilité du sel diminue, mais suivant une loi différente de celle que j'ai observée pour les chlorures en présence de l'acide chlorhydrique.

» $1^{éq}$ d'acide ne précipite pas $1^{éq}$ des divers sulfates et la quantité d'eau contenue dans un même volume de solution diminue rapidement, si bien que pour observer suivant quelle loi la précipitation a lieu, il convient de rapporter à un même poids d'eau les quantités variables d'acide. On constate alors que l'acide sulfurique diminue la solubilité des sulfates, comme si chaque équivalent d'acide fixait $12^{éq}$ d'eau et les empêchait d'agir comme dissolvant. En effet, si l'on porte sur l'axe des abscisses le nombre d'équivalents d'acide et sur celui des ordonnées le nombre d'équivalents de sulfate en solution dans 10^{gr} d'eau, on constate que tous les points viennent se placer dans le voisinage de la ligne droite qui part du point qui fixe la solubilité du sel dans 10^{gr} d'eau et aboutit à celui qui indique le nombre d'équivalents d'acide sulfurique nécessaire pour s'unir aux 10^{gr} d'eau (chaque équivalent d'acide s'unissant à $12^{éq}$ d'eau).

» Lorsque la quantité d'acide sulfurique devient très grande, les points s'écartent de la ligne droite et, comme pour les chlorures, tendent vers une limite qui pour les sulfates paraît être zéro. Mais je n'envisage pour le moment, comme je l'ai fait pour les chlorures, que la première partie du phénomène et la loi approchée qui le résume.

---

[1] Bergman, *De diversa phlogisti quantitate in metallis*, IIIe Volume; Lavoisier, *Œuvres*, t. II (*Mémoire sur la précipitation des substances métalliques*).

» Voici les résultats obtenus pour les sulfates de cuivre et de cadmium à la température de 0°.

» La troisième et la quatrième colonne donnent le nombre d'équivalents d'acide et de sel en solution dans 10gr d'eau.

» La cinquième colonne renferme les quantités d'eau fixée par l'acide sulfurique, 1éq d'acide fixant 12éq d'eau.

» Dans la sixième colonne, on a calculé le poids d'eau nécessaire pour dissoudre la quantité de sulfate inscrite dans la quatrième colonne.

» Enfin dans la septième colomne se trouve la somme de l'eau fixée par l'acide et de l'eau nécessaire pour dissoudre le sel.

Expériences.	Densités.	Acide.	Sulfate.	Eau A.	Eau S.	Somme.
			Sulfate de cuivre.			
I	1,1435	0	18,6	0	10gr	10
II	1,1433	4,14	17,9	0,44	9,62	10,06
III	1,1577	14,6	19,6	1,57	8,38	9,95
IV	1,1697	31	12,4	3,34	6,76	10,1
V	1,1952	54,2	8,06	5,85	4,33	10,18
VI	1,2113	56,25	7,75	6,07	4,16	10,23
VII	1,2243	71,8	5	7,76	2,68	10,44
			Sulfate de cadmium.			
I	1,609	0	71,6	0	10gr	10
II	1,591	3,87	70,9	0,417	9,89	10,3
III	1,545	12,6	62,4	1,36	8,71	10,07
IV	1,476	28,1	50,6	3,03	7,06	10,09
V	1,435	43,3	40,8	4,64	5,69	10,33
VI	1,421	47,6	37,0	5,13	5,16	10,29
VII	1,407	53,8	32,7	5,81	4,55	10,36
VIII	1,379	71,5	23	7,72	3,2	10,9

» Pour les déterminations VII du sulfate de cuivre et VIII du sulfate de cadmium, la somme de l'eau s'écarte notablement de 10. Mais le sel se trouve déjà en présence de 71éq d'acide sulfurique.

» Ces expériences sont beaucoup plus difficiles à réaliser que pour les chlorures, à cause des phénomènes de sursaturation, de la viscosité des liquides, de la fixation de l'humidité de l'air par l'acide sulfurique. Les dosages n'offrent pas non plus la simplicité et la précision des dosages de chlorures. Aussi, avant de procéder à l'analyse, a-t-on eu soin de laisser les flacons dans la glace fondante pendant cinq jours. Une deuxième détermi-

nation a été faite après un deuxième séjour de cinq fois vingt-quatre heures dans la glace (soit dix jours en tout). Ce n'est que dans les cas où les deux expériences ont donné des résultats concordants qu'on a considéré le chiffre obtenu comme exact. Ces précautions sont indispensables. Grâce à elles, j'estime que les chiffres que je donne sont exacts, à 1 pour 100 près.

» Il est également difficile de s'assurer si le phénomène a ou non la généralité de celui de la précipitation des chlorures par l'acide chlorhydrique. En effet, les sulfates alcalins et beaucoup d'autres sulfates forment avec l'acide sulfurique des sels acides. Les sulfates alcalino-terreux sont insolubles ou peu solubles dans l'eau. Il paraît cependant que ce phénomène est général; car on l'observe même pour des sels donnant des sulfates acides. La solubilité du sulfate de zinc, par exemple, est diminuée comme celle du sulfate de cuivre pour les douze premiers équivalents d'acide sulfurique; ce n'est qu'à partir de cette richesse en acide sulfurique que le sulfate acide paraît se former. Il en est de même du sulfate de magnésie et de beaucoup d'autres sulfates.

» En résumé, l'acide sulfurique paraît enlever à $12^{éq}$ d'eau la propriété d'agir comme dissolvant sur les sulfates. L'hydrate $SO^4H^2 + 12H^2O$ ne se révèle pourtant par aucune autre propriété spéciale et les phénomènes thermiques ne font pas prévoir l'existence d'un semblable hydrate défini. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction des micas.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **L. Péan de Saint-Gilles**, présentée par M. Debray.

« Les fluosilicates ont été souvent utilisés dans les opérations par la voie sèche. Ajoutés, en proportion convenable, à bien des substances infusibles ou difficiles à fondre, ils donnent des scories remarquables par leur grande fluidité. La solidification de ces scories, si elle est rapide, fournit des masses entièrement vitreuses; si elle est lente, elle peut, dans certaines conditions, fournir des substances cristallisées dont la synthèse régulière n'a pas encore été faite. Nous n'aborderons pas dans toute sa généralité la description des combinaisons complexes qui peuvent cristalliser parmi ces scories, c'est-à-dire dans le milieu le plus minéralisateur que l'on ait encore étudié et le plus difficile à régler en raison même de son énergie; nous nous bornerons dans cette Note à faire connaître quelques-unes de nos expériences sur la fusion des éléments des micas avec le fluosilicate de potasse.

» Un mélange, formé de 5 parties des éléments d'un mica très ferrugineux et de 1 partie de fluosilicate de potasse, entre en fusion vers 1000° et peut perdre au rouge vif assez rapidement, sous forme de fluorure de silicium, presque tout le fluor qu'il contient.

» Lorsqu'il est encore très fluoré, ce silicate refroidi lentement fournit un verre boursouflé dont quelques cavités seulement peuvent être tapissées de cristaux. Lorsqu'il a perdu une plus forte proportion de fluor par l'action d'une température élevée, ce silicate cristallise pour ainsi dire en totalité. Les préparations réalisées dans ces conditions sont plus ou moins bulleuses : ce qui prouve que le fluorure de silicium se produit encore au sein de la masse pâteuse pendant la formation des cristaux. Lorsqu'on parvient à obtenir la température nécessaire à la cristallisation au moment précis où le silicate fondu contient de 3 à 4 pour 100 de fluor, ce silicate se transforme intégralement en une matière cristallisée et fluorée dont la composition s'écarte peu de celle du mélange employé et dont les caractères extérieurs rappellent ceux des micas.

» Les cristaux isolés se présentent sous la forme de minces paillettes hexagonales; les cristaux agrégés ont des contours polygonaux compliqués : les uns et les autres se clivent suivant la base et ce clivage facile permet d'obtenir des lames très minces à contour déchiqueté. Leur forme est pseudo-hexagonale à en juger par les stries et les macles. Entre les nicols croisés, les lames couchées parallèlement à la base se comportent comme si elles étaient rigoureusement uniaxes; quant aux lames examinées sur leur tranche, elles s'éteignent suivant leur longueur.

» Les lames minces sont polychroïques : la teinte est, en effet, très claire ou brune, suivant que les traces du clivage basique sont perpendiculaires ou parallèles au plan principal de polarisation. Les couleurs de polarisation rouges ou jaunes s'ajoutent au ton brun du polychroïsme.

» Ces cristaux sont fusibles au chalumeau et fondent en se boursouflant.

» Cette description pourrait s'appliquer, sans y changer un mot, aux micas ferrugineux des roches éruptives.

» Les espèces cristallisées obtenues par la voie sèche ressemblent donc beaucoup au mica. Souvent on peut les distinguer de ces minéraux par une densité un peu plus faible (2,6) et par deux caractères importants : une dureté plus grande, égale à celle de la fluorine; une élasticité moindre, les lamelles étant un peu rigides et cassantes. C'est ce qu'on observe sur les cristaux magnétiques obtenus en cherchant à préparer des micas très fer-

rugineux. Ainsi, des cristaux répondant, comme le mica du Vésuve, à la formule $6RO, 2R^2O^3, 9SiO^2$, ne sont plus rayés par la calcite et sont cassants dès qu'ils contiennent une forte proportion de sesquioxyde de fer. D'autres éléments exercent aussi une grande influence sur ces deux caractères. En diminuant la proportion de la magnésie, on obtient des silicates cristallisés plus durs et moins élastiques que le mica. Ils répondent alors à la formule $4RO, 2R^2O^3, 9SiO^2$, très voisine de celle qu'on assigne au chromglimmer.

» Le défaut d'élasticité des lamelles, toujours constaté sur les cristaux très ferrugineux ou très silicatés, tient quelquefois au mélange intime des cristaux avec une matière vitreuse dure et cassante. C'est ce qui arrive lorsque le lit de fusion ne contient pas une proportion suffisante de sesquioxyde. La cristallisation du silicate et la solidification sous forme vitreuse s'opèrent alors à une température si voisine qu'on obtient toujours une masse amorphe cloisonnée par des cristaux lamellaires. Ces lames, débarrassées de la matière vitreuse, sont rayées par la calcite et paraissent aussi élastiques que le mica.

» On peut faciliter la préparation de ces espèces artificielles en ajoutant au mélange fluoré environ 10 pour 100 d'arséniate de potasse. Les cristaux ne retiennent qu'une faible proportion d'arsenic, si l'on prend la précaution de faire agir l'hydrogène sur le silicate pendant qu'il cristallise. Ce gaz détermine un boursouflement et favorise la formation de géodes contenant alors des cristaux verts, bruns ou blancs dont les dimensions peuvent atteindre 2^{mm} à 3^{mm}.

» Nous analyserons dans une prochaine Note le mécanisme de la dissolution de l'hydrogène dans le silicate complexe et fluoré, et le rôle de la vapeur d'eau produite aux dépens de l'acide arsénique et du sesquioxyde de fer.

» En résumé, on peut préparer par la voie sèche des silicates cristallisés contenant de 1 à 2 pour 100 de fluor. Ces silicates peuvent être réunis au groupe des micas toutes les fois que leur composition ne s'écarte pas sensiblement de celle qui est assignée aux micas biotites ou aux micas lépidolites. »

CHIMIE. — *Observations relatives à une Note de M.* Boutroux, *concernant l'action de l'acide azotique sur le sucre;* par M. **E. Maumené.**

« M. Boutroux dit n'avoir obtenu, par l'action du sucre et de l'acide azotique, que de l'acide saccharique $C^{12}H^{10}O^{16}$ et de l'acide oxalique $C^{12}H^{6}O^{24}$, ou $6C^{2}HO^{4}$; il lui aurait été impossible d'obtenir l'acide hexépique $C^{12}H^{12}O^{16}$.

» Un instant d'attention suffit pour constater qu'il y a là une erreur.

» L'emploi de 1,6 d'acide azotique pour 1 de sucre ne peut, d'aucune manière, fournir une combustion aussi avancée que

$$C^{12}H^{12}O^{12} + O^{6} = C^{12}H^{10}O^{16} + 2HO,$$

et à plus forte raison que celle qui donne l'acide oxalique.

» L'acide hexépique n'exige que O^{4}, et dans les conditions que j'ai indiquées cette quantité seule est fournie.

» L'acide hexépique peut être obtenu d'ailleurs en une troisième condition, par l'action de l'azotate de cuivre ou celle du tartrate de la liqueur Barreswil.

» Je répète que cet acide est absolument identique à celui que M. Boutroux veut appeler *oxygluconique.* »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le sucrage des moûts et la fabrication des vins de sucre.* Note de MM. **D. Klein** et **E. Fréchou.**

Cette Note est le contenu d'un pli cacheté, déposé par les auteurs le 5 octobre 1885, et ouvert, sur leur demande, dans la séance de ce jour :

« Par suite de la pénurie croissante des récoltes que donne la vigne, on a été conduit à ajouter de la saccharose aux cuves de vendange, soit pour augmenter la quantité du vin, soit pour suppléer au déficit des matières fermentescibles que fournit le raisin.

» Dès l'apparition du *Peronospora* de la vigne en Europe, quelques viticulteurs, prévoyant déjà les effets désastreux que produirait ce nouveau fléau, songèrent au sucrage des moûts. Mais cette méthode, proposée par Chaptal au commencement du siècle, ne semble pas avoir été suffisamment étudiée : de nombreuses déceptions la firent bientôt abandonner.

([1]) J'ai indiqué ces deux actions p. 89 et 376 du t. I de mon *Traité du sucre.*

» Lorsqu'on ajoute à du moût trop pauvre les quantités de saccharose qu'indique la théorie pour arriver à produire le degré alcoolique nécessaire à la conservation du vin, on observe les faits suivants :

» 1° Une fermentation brusque et tumultueuse, dont la durée varie de quatre à six jours, avec tendance manifeste à l'acescense et à toutes les fermentations secondaires;

» 2° Une production d'alcool de beaucoup inférieure aux prévisions.

» Le vin ainsi produit, quelle que soit d'ailleurs sa richesse alcoolique, est toujours d'une conservation difficile.

» A quelle cause attribuer la nature de ces résultats? Est-ce aux défectuosités de la méthode employée, ou bien à l'impossibilité matérielle d'obtenir les fermentations saines qui résultent d'un moût suffisamment mûri? Cette question, d'une importance capitale pour la Viticulture, est devenue le sujet de nos recherches. Nous croyons pouvoir affirmer qu'elle est avantageusement résolue, ainsi qu'on en pourra juger par les essais auxquels nous nous sommes livrés et les résultats qui en ont été la conséquence.

» Pour le premier de ces essais, nous avons introduit, dans deux flacons A et B, 500^{gr} d'eau contenant une même quantité de sucre, un même poids de levure, d'acide tartrique et des éléments nécessaires à la fermentation; nous avions eu le soin d'intervertir préalablement le sucre introduit dans le flacon A. Après quinze jours de fermentation, nous avons constaté les faits suivants : le liquide du flacon A était limpide et d'une légère odeur aromatique, le degré alcoolique s'élevait à 5°,30; le flacon B, au contraire, offrait une forte odeur de vinaigre et de fermentation lactique; la quantité d'alcool était de 3°,20.

» Dans deux flacons C et D, nous avons introduit, le 3 septembre, en nous conformant le plus possible à la pratique suivie par nos viticulteurs, 500^{gr} de moût de Noah (vigne américaine), additionné d'une même quantité de sucre; le sucre du flacon C avait subi l'inversion. Ces liquides examinés le 20 septembre ont fourni les résultats ci-après :

» Flacon C = liquide clair, d'une odeur franche de vin, degré alcoolique 8°,30; flacon D = liquide trouble, odeur acétique, degré alcoolique 5°.

» Une expérience faite avec du moût de Côt-Rouge a donné des résultats absolument identiques.

» Ces faits démontrent que les insuccès tenaient à la méthode suivie, et qu'il est relativement facile d'obtenir, avec une quantité d'alcool voisine de la théorie, des fermentations droites qui permettront à l'avenir de transformer des moûts de mauvaise constitution en vins de bonne qualité, très aptes à la conservation.

» Le mode opératoire appliqué à l'inversion du sucre ne souffre aucune difficulté pratique. On dissout, comme il est d'usage, dans l'eau bouil-

lante, le sucre destiné à l'amélioration du moût, en prenant la précaution d'additionner cette eau d'une certaine quantité d'acide *tartrique* ou *sulfurique*. Une ébullition de quelques instants suffit pour transformer le sucre en glycose.

» Nous avons recherché, avec le plus grand soin, quelles sont les quantités d'acide nécessaires à cette transformation. Pour l'acide sulfurique, nous avons vérifié les faits suivants, déjà connus avant nos recherches : une dose de $\frac{2}{1000}$ suffit pour intervertir presque complètement une solution à parties égales de saccharose et d'eau, après quarante-cinq minutes d'ébullition; l'inversion est complète dans le même laps de temps et dans les mêmes conditions, si l'on emploie une proportion de $\frac{3}{1000}$. Il est très aisé de se débarrasser de l'acide sulfurique, en ajoutant à la solution bouillante intervertie une faible proportion de carbonate de chaux, $\frac{5}{1000}$ à $\frac{6}{1000}$. La proportion de sulfate de chaux ainsi introduite dans le vin est insignifiante. En effet, on ajoute un maximum de 20^{kg} de sucre pour 2^{hlit} de moût, ce qui correspond à 60^{gr} d'acide sulfurique monohydraté et à $81^{gr},60$ de sulfate de chaux, c'est-à-dire $0^{gr},40$ par litre, dose parfaitement admissible.

» On peut encore, surtout pour les vins de sucre, employer l'acide tartrique comme agent d'interversion, à la dose de $\frac{1}{100}$ de la proportion de sucre; l'acide tartrique intervertit presque complètement, en une heure d'ébullition, une solution de saccharose et d'eau à parties égales : pour 20^{kg} de sucre et 2^{hlit} de moût, on introduit donc 200^{gr} d'acide tartrique, soit 1^{gr} par litre, ce qui n'augmente que très faiblement l'acidité du vin et favorise sa conservation.

» Nous rappellerons que, d'après les travaux de M. Berthelot, il est reconnu que la saccharose ne subit la fermentation alcoolique en présence du *Saccharomyces cerevisiæ* qu'après avoir subi l'inversion sous l'influence de certains éléments de la levure et que le sucre interverti fermente directement. Il ne s'agit, dans cette Note, que d'appliquer ces notions à la pratique vinicole. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des alcaloïdes.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, 21 juin et 5 juillet 1886) que si l'on traite par la potasse, dans des conditions déterminées, les combinaisons des alcaloïdes pyridiques et quinoléiques avec les iodures de mé-

thyle, d'éthyle, etc., il se produit des réactions colorées d'une très grande sensibilité, pouvant rendre des services dans la recherche de ces bases. J'ai montré ensuite (11 octobre 1886) que la même réaction appliquée à d'autres amines, notamment aux amines aromatiques, fournit un caractère différenciel très net entre ces amines et les alcaloïdes que je viens de nommer.

» Il était intéressant de savoir si, dans des conditions identiques, la spartéine et la nicotine (considérées comme dipyridines) se comporteraient de la même manière.

» En chauffant volumes égaux de spartéine (régénérée du sulfate cristallisé), d'alcool et d'iodure d'éthyle, en tubes scellés, à 100°, pendant plusieurs heures, j'ai obtenu de belles aiguilles constituées par l'iodure d'éthyle-spartéyl-ammonium $C^{15}H^{27}(C^2H^5)Az^2I^2$, qui a été préparé pour la première fois par Mills. J'ai obtenu le dérivé méthylé correspondant, qui se présente sous la forme de beaux cristaux blancs.

» Ces deux iodures ont été dissous à chaud dans un faible excès d'alcool; les solutions n'ont pas tardé à se colorer en rose (¹). Encore chaudes, elles ont été additionnées de quelques gouttes de lessive de potasse à 45°. Il ne s'est pas produit de coloration plus foncée, même en présence d'un léger excès d'alcali. Je rappelle que, dans ces conditions, les iodométhylates, iodéthylates, etc., des alcaloïdes pyridiques et dipyridiques fournissent instantanément de belles colorations, tantôt rouges, tantôt vertes. Par ce caractère, la spartéine s'éloignerait des pyridines et des dipyridines.

» Avec la nicotine, les résultats ont été plus nets. J'ai chauffé très doucement, dans un petit matras d'essayeur, quelques grammes de nicotine (échantillon conservé en tube scellé et légèrement bruni) avec un excès d'iodure d'éthyle. La réaction est assez vive; finalement, il se forme un composé solide jaunâtre, translucide. Je l'ai dissous dans l'alcool absolu chaud. La solution alcoolique, brun foncé, a été traitée peu à peu par une lessive de potasse à 45° et chauffée au bain-marie pendant deux heures. Elle s'est colorée en rouge-grenat, puis en rouge-carmin. Dans une autre expérience, la teinte était rouge-solférino.

» Quelques centimètres cubes ont été prélevés et additionnés d'un ex-

---

(¹) J'ai observé le même fait pour la solution chloroformique de spartéine libre, lorsqu'elle est abandonnée au contact de l'air. Il y a là sans doute un phénomène d'oxydation qu'il peut être utile de connaître, au cas où l'on aurait à rechercher cet alcaloïde si rare.

cès de HCl pur. Le tout a été versé dans de l'eau acidulée. On n'a observé ni changement de coloration ni traînées fluorescentes. Le lendemain, pas de fluorescence développée; mais la liqueur s'était colorée en jaune orangé.

» Cette réaction tend donc à rapprocher la nicotine des alcaloïdes pyridiques et dipyridiques. La réaction de l'iodométhylate de nicotine avec la potasse établit mieux encore cette relation importante. C'est ce que j'essayerai de montrer dans une prochaine Note. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur le mode d'action de la colchicine prise à dose thérapeutique et le mécanisme de cette action.* Note de MM. **A. Mairet** et **Combemale**, présentée par M. Charcot.

« Nos expériences ont porté sur huit hommes, trois chiens, un chat.

» Nos recherches sur les *animaux* ont eu pour but de déterminer les effets thérapeutiques de la colchicine et les doses nécessaires pour les produire. Pour cela, connaissant la dose toxique de cette substance ([1]), nous avons administré celle-ci par les voies gastrique et sous-cutanée, à des doses moindres et progressivement décroissantes.

» Par l'*ingestion stomacale*, à la dose de 0gr,000476 par kilogramme du poids du corps, on note : affaissement, diminution de la température et de la fréquence de la respiration, salivation, polyurie, et quinze à seize heures après, diminution au contraire de la diurèse et diarrhée jaune, légèrement sanguinolente, avec lambeaux de muqueuse, pouvant persister cinq à six jours.

» A la dose de 0gr,00025 par kilogramme, à part un peu de tristesse et d'affaissement, l'action de la colchicine se limite à la production de selles de plus en plus molles, puis diarrhéiques, apparaissant de quinze à seize heures après la prise et pouvant durer pendant vingt-quatre ou trente-six heures.

» A 0gr,00020 par kilogramme et au-dessous on ne constate plus de diarrhée, mais seulement de la polyurie.

» Par la voie stomacale, les effets de la colchicine administrée à dose thérapeutique se limitent donc, suivant les doses, à des effets purgatifs (0gr,00025 par kilogramme), ou diurétiques (0gr,00020 et au-dessous); à doses plus élevées, superpurgation.

» Par la *voie hypodermique*, les effets sont les mêmes que précédemment, seulement, comme pour les effets toxiques, la quantité de colchicine injectée doit être moindre; la dose diurétique est de 0gr,00015, la dose purgative de 0gr,00020. A 0gr,00035 on obtient déjà des phénomènes de superpurgation plus marqués qu'à la dose

([1]) *Comptes rendus*, 14 février 1887.

de $0^{gr},000476$ par ingestion stomacale; on note même, dans ce cas, des vomissements spumeux et sanguinolents. Autre différence, les effets purgatifs se produisent plus rapidement par la voie sous-cutanée que par la voie gastrique; ils apparaissent six à neuf heures après l'injection.

» Pour nous rendre compte du mécanisme de l'action thérapeutique de la colchicine, nous avons injecté à un chat $0^{gr},00015$ par kilogramme, et nous l'avons sacrifié dès l'apparition des premiers effets purgatifs. Les seules *lésions trouvées à l'autopsie* ont été des phénomènes irritatifs localisés au tiers supérieur de l'intestin grêle, et aux reins, de la congestion du foie, des têtes articulaires et de la moelle osseuse. C'est donc par une action irritante que la colchicine produit ses effets thérapeutiques.

» Ces premiers points établis, nous avons administré la colchicine à l'*homme sain*, en commençant par des doses faibles et en augmentant jusqu'à la purgation.

» A la dose totale de $0^{gr},002$ à $0^{gr},003$, c'est-à-dire de $0^{gr},000035$ à $0^{gr},000044$ par kilogramme du poids du corps, on constate les symptômes suivants : légère céphalalgie, fatigue musculaire, lourdeur au niveau des articulations, douleurs stomacales, gargouillement intestinal, pas de modifications ou bien élévation légère et passagère de la température et de la respiration; pouls dans les premières heures plus fréquent et plus plein; soif augmentée, mais non satisfaisante; augmentation de la quantité des urines (de 300^{gr} à 550^{gr} dans les vingt-quatre heures), surtout marquée dans les premières heures, diminution de la densité de l'urine, peu ou pas de variations dans la quantité de l'urée, légère augmentation de l'acide urique, mais dans des proportions trop faibles pour être calculée.

» A la dose de $0^{gr},005$, soit par kilogramme du poids du corps de $0^{gr},00007$ à $0^{gr},000083$, suivant les individus, apparaissent en outre, au bout de quatre à cinq heures, des selles molles, puis diarrhéiques, quatorze ou quinze heures après l'administration, jaunes, aqueuses, plus ou moins fréquentes (trois à douze); l'urine est diminuée, l'urée reste au même taux et l'acide urique est augmenté; pendant deux ou trois jours, l'excrétion urinaire reste diminuée.

» Chez l'homme donc, la colchicine, administrée à dose thérapeutique, a la même action diurétique ou purgative que chez les animaux. Seulement l'homme est plus sensible à cette action, il faut chez lui trois fois moins environ de colchicine pour produire les mêmes effets. La dose totale de $0^{gr},005$ a toujours suffi pour amener une purgation ordinaire. Mais nos recherches sur l'homme sain mettent en relief deux faits intéressants : l'augmentation de l'acide urique et la lourdeur au niveau des articulations.

» Pour préciser l'influence de la colchicine sur l'excrétion de l'acide urique, nous avons, chez deux individus arthritiques, en dehors de tout

accès, recueilli et dosé pendant six jours consécutifs l'urine rendue, puis nous leur avons donné une dose purgative de $0^{gr},005$ de colchicine. Nos deux observations étant concordantes, nous rapportons seulement l'une d'elles, en ajoutant que nous n'avons tenu compte que de l'acide urique dissous, l'acide urique spontanément déposé ayant été augmenté d'une façon très apparente.

Par			Urée		Acide urique	
vingt-quatre heures.	Eau.	Densité.	pour 100.	totale.	pour 100.	total.
Avant la prise........	1500	1020	13	19,5	$0^{gr},0686$	1,029
Après la prise........	1200	1024	11,3	13,6	$0^{gr},134$	1,608

» Quant à la lourdeur au niveau des articulations et des membres, elle nous paraît s'expliquer par les phénomènes congestifs constatés chez les animaux du côté de la moelle osseuse et des surfaces articulaires.

» En résumé, à dose thérapeutique : 1° la colchicine agit, suivant la dose, soit comme diurétique, soit comme purgatif, et cela par suite d'une action congestive et irritative sur les reins et le tube digestif.

» 2° Les effets thérapeutiques sont les mêmes, que l'on introduise cette substance par la voie sous-cutanée ou la voie stomacale; mais les effets sont plus rapides par la première et la dose nécessaire pour les produire doit être moindre. L'homme est trois fois plus sensible que le chien et le chat à l'action de la colchicine; on peut fixer chez lui à 2^{mgr} ou 3^{mgr} la dose totale pour amener la diurèse, et à 5^{mgr} la dose purgative.

» 3° La colchicine augmente l'excrétion de l'acide urique, et produit du côté des surfaces articulaires et de la moelle osseuse des congestions donnant lieu à deux ordres d'effets intéressants à rapprocher des effets purgatifs, pour rendre compte du mécanisme de l'action de cette substance dans certaines maladies, la goutte en particulier. Elle diminue la quantité d'acide urique contenue dans le sang et produit une irritation substitutive au niveau des surfaces articulaires; mais son accumulation dans l'économie et sa grande toxicité doivent rendre prudent dans son emploi. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles études sur l'embryogénie des Nematodes.* Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans mes *Recherches sur l'embryogénie, etc., de quelques Nématodes*, j'ai montré comment se forment les deux cellules initiales du mésoderme

que j'ai marquées par les lettres *m* et *m'*. J'ai fait voir également qu'au stade 16, ces deux cellules engendrent chacune une nouvelle cellule m_1 et m'_1 dirigées respectivement en avant de *m* et *m'*. Puis j'ai constaté la formation bien connue de deux rangées ventrales de cellules mésodermiques. Mais, à partir de ce stade, mes observations sur l'évolution du mésoderme manquaient de précision; depuis, j'ai pu réussir à suivre assez bien les transformations de ce feuillet.

» Ce sont les cellules m_1 et m'_1 qui sont le point de départ de la totalité du mésoderme.

» A mesure qu'elles se divisent, les cellules mésodermiques de nouvelle formation deviennent de plus en plus petites, tout en conservant un aspect granuleux caractéristique. Les cellules *m* et *m'*, au contraire, non seulement conservent leur dimension primitive, mais semblent même s'accroître, de sorte qu'elles ne tardent pas à devenir très distinctes : ces dernières, qui sont également granuleuses, représentent l'ébauche de l'organe sexuel. Elles donnent naissance en arrière, et sur le prolongement des deux bandes mésodermiques, chacune à une cellule plus pâle et moins granuleuse. Par la nature de leur protoplasme, ces deux dernières cellules diffèrent des initiales de l'organe sexuel et des cellules mésodermiques, et se rapprochent plutôt des cellules ectodermiques. C'est pour cette raison que je suis porté à croire qu'elles n'ont pas la même valeur que les cellules m_1 et m'_1, mais qu'elles sont le point de départ du bourgeonnement hyalin qu'on retrouve, à des stades plus avancés, en arrière de l'ébauche sexuelle. Jusqu'à preuve du contraire, je les considère donc comme les initiales des parties accessoires de l'appareil reproducteur (oviductes et utérus chez les femelles, spermiductes chez les mâles). Quant aux cellules *m* et *m'*, elles donnent exclusivement naissance à l'ovaire ou au testicule.

» En général, c'est après la formation des cellules pâles que, par suite du développement continu des deux rangées de cellules mésodermiques ventrales, les cellules *m* et *m'* viennent former une nouvelle strate entre le mésoderme et l'entoderme. J'ai constaté l'existence de ces deux cellules paires *m* et *m'*, même chez les espèces où l'ovaire est unique, comme *Atractis dactylura*. A des stades plus avancés, on trouve, à la place des cellules *m* et *m'*, un petit amas cellulaire (ovaire ou testicule) pourvu à sa partie postérieure d'un prolongement plus hyalin (parties accessoires de l'appareil reproducteur). Ces observations confirment et complètent celles de Ganin, Balbiani, Goette, etc.

» Quand les deux rangées de cellules mésodermiques ont dépassé en arrière le niveau des cellules *m* et *m'*, elles se dédoublent. J'ai observé ce dédoublement dans les genres *Atractis, Oxyuris, Oxysoma,* qui appartiennent aux Méromyaires. Le mésoderme est alors représenté par quatre bandes longitudinales, dont deux ventrales et deux à peu près dorsales, séparées l'une de l'autre par des intervalles qui correspondent aux *aires latérales* et aux *champs ventral* et *dorsal.* Ce sont ces cellules qui, en s'allongeant, forment les cellules musculaires fusiformes et striées bien décrites par Galeb. Sur l'origine du tissu à noyaux libres, que je considère comme une variété du tissu conjonctif et qui forme les quatre bandes longitudinales correspondant aux aires latérales et aux lignes dorsale et ventrales, je ne sais rien. Seulement, au début, ce tissu est formé par des cellules claires disposées bout à bout en séries. Il n'est pas douteux pour moi qu'elles proviennent des bandes mésodermiques.

» Toutes mes tentatives pour assister à la formation de l'appareil excréteur ont été vaines. J'ai cru voir seulement, à un stade correspondant à la différenciation des tissus dont je viens de parler, le pore et la vésicule qui le suit sous forme d'un cæcum ayant l'aspect d'une invagination ectodermique. Je ne crois pas qu'on puisse se baser sur cette observation défectueuse pour en conclure que les tubes latéraux ont une origine ectodermique. Dans ma pensée, ces tubes ne sont que des lacunes creusées dans l'épaisseur du tissu conjonctif des aires latérales, tissu conjonctif que j'homologue au *reticulum* conjonctif des vers plats. La zone que certains auteurs ont décrite comme paroi des tubes aquifères et qui, dans les coupes, se présente sous forme d'un anneau plus fortement coloré par le carmin que le tissu environnant n'est pour moi qu'une condensation du tissu conjonctif. Le tube lui-même n'est qu'une dépendance de la cavité générale, de même que les lacunes du *reticulum* conjonctif des vers plats. En faisant des coupes, principalement dans la région caudale, sur des individus adultes, j'ai cherché des communications entre la cavité périviscérale et les tubes excréteurs : je n'en ai pas trouvé. Les tubes latéraux semblent se perdre insensiblement au sein du tissu ambiant qui devient de plus en plus homogène et, si je puis employer cette expression, de plus en plus dilué, à mesure qu'on approche de la pointe de la queue. Je suppose que les liquides excrétés pénètrent dans les vaisseaux aquifères par osmose, et cela surtout aux deux extrémités de l'animal.

» En terminant, je ferai remarquer l'importance du stade 16, qui est formé de : 1° quatre cellules entodermiques dont l'antérieure et la posté-

rieure formeront respectivement l'intestin antérieur et l'intestin postérieur, tandis que les deux intermédiaires donneront naissance à l'intestin moyen; 2° deux cellules initiales du mésoderme; 3° deux cellules sexuelles; 4° huit cellules ectodermiques, dont la centrale, qui porte le globule polaire, est vraisemblablement le point de départ des cellules du système nerveux central. Ainsi, dès le début de la segmentation, se trouvent indiqués toutes les régions, tous les organes du nouvel être. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la lacune sanguine périnerveuse, dite* artère spinale, *chez les Scorpions, et sur l'organe glandulaire annexe.* Note de M. F. **Houssay**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai indiqué précédemment la disposition du système artériel chez les Scorpions *Androctonus bicolor* et *Buthus palmatus*, que j'avais recueillis et étudiés en Perse ([1]). La distribution des vaisseaux était conforme à la description donnée par M. Blanchard pour le *Scorpio occitanus*. Mais sur ces animaux relativement de grande taille j'avais pu constater un fait nouveau, à savoir l'existence d'une lacune sanguine dans l'espace compris entre la masse nerveuse céphalothoracique et sa gaine et non d'un vaisseau annulaire duquel partent des vaisseaux au long des nerfs des pattes ([2]). Au long de la chaîne ventrale le sang est compris entre les filets nerveux et leur gaine et forme autour de chaque ganglion une petite lacune sphérique. Bien que la partie la plus considérable de la lacune soit en effet au long de la chaîne nerveuse, sur sa face dorsale, je ne reconnaissais pas là une *artère spinale*, dont « le calibre reste le même jusqu'à » son extrémité », régnant au long de la chaîne ventrale, « y étant accolée » et maintenue par du tissu conjonctif ([3]) ».

» Vaisseau ou lacune? C'est ce fait, important pour l'Anatomie comparée, que j'ai voulu vérifier à nouveau sur le *Scorpio occitanus* de Banyuls ([4]). La masse à injection, très pénétrante, dont je me suis servi, après différents essais, est le carmin à la glycérine et à la gélatine (formule de Robin).

([1]) *Comptes rendus* du 2 août 1886.
([2]) E. Blanchard, *Organisation du Règne animal. Classe des Arachnides*, p. 77.
([3]) E. Blanchard, *loc. cit.*, p. 80.
([4]) Les animaux ayant servi à ce travail ont été envoyés, sur les ordres du directeur, par le laboratoire Arago.

Après une simple dissection à la loupe, il semble exister une véritable artère spinale. C'est une simple apparence. Je pris cette chaîne nerveuse injectée, je la fis durcir et j'y pratiquai des coupes perpendiculaires à son axe. Le système sanguin qui la parcourt est en réalité lacunaire.

» 1° *Lacune de la masse céphalothoracique.* — On sait que l'aorte, arrivée à la base des ganglions cérébroïdes, se bifurque et envoie deux rameaux au long des connectifs du collier œsophagien. Ces deux rameaux, extérieurs à l'enveloppe du connectif et ayant des parois propres, méritent encore le nom d'*artères*. Au point où ils atteignent l'enveloppe conjonctive de la masse ganglionnaire, leurs parois deviennent continues avec cette enveloppe; et le sang est alors déversé dans une vraie lacune périganglionnaire. A la vérité, cette lacune offre des élargissements dans les lieux décrits comme « artère annulaire » et comme « artère des pattes »; mais ces dilatations sont en continuité de cavité avec le reste de la lacune et ne présentent pas de parois propres.

» 2° *Lacune de la chaîne nerveuse.* — La plus grande partie de l'injection se trouve sur la face dorsale de la chaîne nerveuse, au milieu du tissu conjonctif sans parois différenciées. C'est cette seule partie que l'on voit par transparence et que l'on a nommée *artère spinale*. Mais il y a autre chose : de minces et irréguliers filets d'injection s'insinuent entre l'enveloppe conjonctive et le cordon nerveux, pénètrent parfois sa substance comme des coins, et même dans certains points, en particulier dans la portion abdominale de la chaîne, vont rejoindre, en entourant la partie nerveuse, une autre lacune longitudinale, située sur la face ventrale du système nerveux, diamétralement opposée à l'artère spinale et de calibre quatre fois plus petit.

» Cette dernière lacune, que l'on aperçoit difficilement de l'extérieur, avait été vue par Newport; ce qui lui avait fait dire que l'artère récurrente passait parfois sur la face ventrale du système nerveux. Ce fait avait été nié depuis.

» Donc la partie de l'appareil circulatoire en rapport avec la chaîne nerveuse, malgré son apparence extérieure de vaisseau, est une véritable lacune, aussi bien chez le *Scorpio occitanus* que chez les grandes espèces, tant par l'irrégularité de sa forme que par son absence de parois propres.

» 3° *Organe glandulaire annexe.* — Au long de la chaîne nerveuse, en rapport avec l'artère spinale, et la dissimulant parfois, on a reconnu l'existence d'un organe glandulaire de couleur blanche. M. Blanchard le signale

comme parcouru par de nombreuses et fines artérioles. Il y a même plus : si la masse est très pénétrante, cet organe prend une teinte générale toute rose. Examiné à l'état frais, il présente un aspect spongieux; il est réuni de place en place au tissu conjonctif qui entoure la chaîne nerveuse par de minces pédicules.

» Sur les coupes faites après injection, on voit que ces pédicules sont traversés par plusieurs, généralement deux, canalicules sanguins sans parois. Le sang arrive dans la glande, y forme un riche et irrégulier réseau. Tantôt larges, tantôt très minces, ces espaces forment un système lacunaire absolument net.

» On ne sait rien du rôle de cet organe glandulaire. Ses liens étroits avec le système sanguin, son abondante circulation font songer d'abord à un organe d'excrétion, dépurateur du sang; bien que, cependant, on n'y rencontre pas de cristaux ou de concrétions, comme c'est en général le cas pour les organes de ce genre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le développement des nématodes de la betterave, pendant les années* 1885 *et* 1886, *et sur leurs modes de propagation*. Note de M. Aimé Girard, présentée par M. Schlœsing.

« Au mois de novembre 1884, j'ai signalé l'apparition, dans les cultures de notre pays, des nématodes de la betterave; j'ai en même temps, cherché à éclairer les agriculteurs français sur l'importance des dégâts dont ce parasite les menace et dont il a, depuis vingt ans, donné la mesure en Allemagne et particulièrement en Saxe.

» Pendant les deux campagnes qui se sont écoulées depuis, je me suis attaché à suivre le développement des nématodes a travers nos champs de betteraves, à mesurer l'étendue du mal qu'ils nous peuvent faire, à rechercher quels en sont les modes de propagation, à combiner enfin un procédé qui permette d'en arrêter la marche, sinon quand elle est dans son plein, du moins à ses débuts.

» Depuis 1884, les nématodes ont continué à se répandre dans nos cultures, mais la marche en a été lente.

» En 1885 et 1886, j'ai constaté leur présence sur des betteraves provenant de plus de vingt localités différentes, de l'Oise, de Seine-et-Oise et particulièrement de l'Aisne. Dans le Nord également, la présence des parasites a été reconnue sur divers points.

» Pour donner une idée de la marche lente, mais régulière du mal, il me suffira de dire que, sur la ferme de Gonesse, exploitée par M. S. Tétard, on ne comptait, en 1884, qu'une grande tache de 10^a à 32^a, et quelques autres plus petites; qu'en 1885, 2^{ha} ou 3^{ha} avaient reçu la visite des nématodes; qu'en 1886, 10^{ha} au moins étaient ravagés par eux.

» Les caractères extérieurs des sujets attaqués ont présenté, pendant ces trois campagnes, des différences sensibles; toujours, il est vrai, c'est par taches circulaires que le dépérissement des betteraves s'est accusé; mais, tandis qu'en 1884, à ce dépérissement on avait vu correspondre la mort complète des feuilles, en 1885 et 1886, on a vu, au contraire, les feuilles, quoique languissantes, survivre à l'attaque du parasite.

» Déjà, en 1884, j'ai montré quelle est l'influence exercée par le développement de celui-ci sur le poids et sur la richesse des betteraves; aux résultats que j'ai déjà fait connaître, j'ajouterai quelques résultats nouveaux.

» En 1885, M. Fernand Tétard a soumis à un examen comparatif très soigné des lots de betteraves, les unes saines, les autres nématodées, arrachées sur quatre pièces différentes de la ferme de Gonesse; la pesée et l'analyse de ces lots lui ont fourni les chiffres suivants :

	Poids moyen.		Sucre pour 100 de la betterave.		Sucre par sujet.	
	Saines.	Nématodées.	Saines.	Nématodées.	Saines.	Nématodées.
	kil	kil			gr	gr
Pièce nº 1......	0,357	0,228	13,04	12,02	46	27
» nº 2......	0,625	0,300	12,24	11,17	76	33
» nº 3......	0,500	0,285	12,37	10,11	61	29
» nº 4......	0,450	0,200	11,96	8,76	54	17

» Parmi les analyses nombreuses qu'en 1886 j'ai faites de mon côté, je me contenterai de citer les suivantes : à Gonesse, des betteraves d'une richesse normale de 13 à 14 pour 100 sont tombées, du fait du développement des nématodes, à 10,65 — 7,32 et 5,69 pour 100, tandis que leur poids s'abaissait à 250 et même à 50^{gr}; à Quessy (Aisne), des betteraves, aussi riches au moins, sont tombées à 10,72 et 8,37; sur mes carrés d'essais enfin, à Joinville, j'ai vu la richesse s'abaisser à 3,61 pour 100.

» La constatation de désastres aussi grands devait, naturellement, m'engager à rechercher les voies par lesquelles les nématodes se propagent. On en connaissait déjà plusieurs sur lesquelles M. le Professeur Kuehn a depuis longtemps insisté. C'est d'abord, et avant tout, le retour aux

champs des boues provenant du lavage des betteraves; c'est ensuite l'emploi d'instruments agricoles ayant servi à la préparation de terres nématodées; mais, à ces causes de propagation, il convient certainement d'en ajouter d'autres.

» Dans ces derniers temps, on a pensé que peut-être des graines récoltées dans des régions contaminées avaient pu amener les nématodes dans d'autres régions; l'examen que j'ai fait de graines ayant certainement cette origine me porte à croire cependant que rien n'est à craindre de ce chef.

» Mais j'ai, de mon côté, découvert un mode de propagation inattendu sur lequel je dois appeler l'attention. Celui-ci résulte de l'emploi de fumiers provenant d'animaux nourris avec des pulpes de betteraves nématodées; les nématodes, en effet, peuvent impunément traverser l'appareil digestif de ces animaux.

» Pour le démontrer, j'ai, à deux reprises différentes, nourri pendant huit jours des moutons à l'aide de débris de betteraves nématodées. Les déjections de ces moutons ont été ensuite étudiées au microscope. J'y ai retrouvé un grand nombre de nématodes mères dont les unes coupées par la dent de l'animal doivent être sans danger, dont les autres saines et bien entières se montraient pleines d'œufs prêts à s'ouvrir; à trois reprises même j'ai pu, sous l'objectif, voir ces mères mettre en liberté de petites anguillules vivantes et agiles.

» Les circonstances ne m'ont pas permis de soumettre de grands animaux, bœufs et vaches, à la même expérimentation; mais l'essai précédent suffit, je crois, à montrer le danger que présente l'emploi, par la culture, de fumiers provenant d'animaux nourris de pulpes nématodées. J'ajoute, cependant, que si ces pulpes proviennent de la diffusion ou de tout autre procédé dans lequel intervient une chaleur de 70° à 80°, le danger disparaît. M. Kuehn a démontré, en effet, qu'à 60° tous les nématodes sont tués.

» Désireux de donner aux faits que j'avais ainsi observés la sanction de la pratique, j'ai semé des betteraves en pots dans un sable vierge, pris à la carrière, puis additionné d'une petite quantité de déjections nématodées, et j'ai pu, dans ces conditions, au bout de quatre mois, retrouver près des maigres racines que ce semis m'avait fournies des nématodes de formation nouvelle, en petit nombre, il est vrai, mais en nombre suffisant cependant pour qu'aucun doute ne subsiste sur la réalité de ce mode de propagation.

» Quelle que soit d'ailleurs l'origine de cette propagation, j'exposerai prochainement les tentatives que j'ai faites pour l'entraver et les résultats satisfaisants que j'ai obtenus dans cette voie. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De la formation du bois* gras *dans le Sapin et l'Épicéa.* Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. Duchartre.

« Le bois de Sapin et d'Épicéa s'infiltre assez fréquemment de résine. Il devient alors très dur, se coupe comme de la corne et acquiert un aspect spécial qui lui a fait donner le nom de bois *gras*.

» Cette imprégnation est due soit à des causes d'ordre physiologique, généralement à des entraves se produisant spontanément dans la marche normale de la végétation, soit à des lésions accidentelles occasionnées le plus souvent par l'homme.

» α. Le bois *rouge,* ainsi que je l'ai fait remarquer (1), renferme souvent, dans l'intérieur de ses trachéides, des amas de résine incolore ou ambrée. C'est déjà un commencement d'imprégnation par la résine. Aussi est-ce toujours dans le bois rouge que prend naissance le bois gras. Mais celui-ci n'acquiert l'aspect qui le caractérise que lorsque l'imprégnation a envahi les parois des trachéides. Ces parois paraissent alors granuleuses ou finement striées. Leurs contours sont presque effacés. Il existe donc trois stades dans la formation du bois gras : épaississement des trachéides, remplissage de ces éléments par la résine, enfin infiltration de leur membrane.

» Le bois gras s'observe rarement dans le tronc; il est plus fréquent dans les branches, mais il y est le plus souvent limité au voisinage de leur insertion. Dès qu'une branche de Sapin atteint l'âge de huit à dix ans, on voit apparaître dans cette région, au sein du tissu lignifié qui environne la moelle, une zone brune, à contours irréguliers mais très nets, développée surtout à la face inférieure de l'organe. Cette zone s'agrandit ensuite d'autant plus rapidement que le rameau est plus chargé de feuilles. C'est ainsi que, sur les fortes branches des arbres de lisière, elle s'étend de la moelle à l'écorce. Mais elle diminue rapidement d'épaisseur en s'éloignant du tronc pour se terminer en pointe à une distance de $0^m,10$ à $0^m,20$ de ce dernier. Sur les rameaux vigoureux on observe, en outre, des taches semblables dans le voisinage de leur insertion les uns sur les autres.

» Les branches d'Épicéa renferment plus rarement du bois *gras* que celles de Sapin. Presque toujours, même quand elles sont vigoureuses, on n'y observe que du bois rouge. Cependant, dans certains cas où la nu-

(1) Voir *Comptes rendus,* t. CIV, p. 376.

trition devient exceptionnellement active, lorsque, par exemple, un rameau se redresse pour remplacer la cime brisée, du bois gras se développe à sa base.

» L'imprégnation du bois par la résine, telle qu'elle vient d'être décrite, est bien un acte physiologique qui a la relation la plus étroite avec la nutrition. Elle se produit, en effet, de même que le bois rouge et par une exagération des circonstances dans lesquelles celui-ci prend naissance, lorsque le développement d'un tissu ne correspond plus à la quantité de nourriture qui lui arrive. C'est toujours en effet quand la croissance des trachéides est achevée que la résine commence à apparaître à l'intérieur de ces éléments d'abord, puis dans leur membrane. Ce dépôt s'effectue principalement dans les régions de la plante, telles que le voisinage des nœuds, où l'accumulation de réserve alimentaire est le plus prononcée et, en même temps, le développement des tissus le plus entravé.

» On remarque parfois dans les branches de Sapin des lambeaux de parenchyne ligneux intercalés aux trachéides, principalement à la limite externe des accroissements annuels. Ce parenchyme, dû à l'épanouissement des rayons, est formé, comme ceux-ci, de cellules à parois épaisses et ponctuées, gorgées d'amidon et de résine. On sait que normalement ce tissu fait défaut dans le bois des Conifères. Il y a eu là, sans doute, un obstacle à la marche normale du développement; il en est résulté une accumulation d'amidon et la multiplication des cellules radiales.

» Un cas analogue se présente quand la zone génératrice du tronc englobe dans ses accroissements une branche morte. Au voisinage de cette branche, les jeunes tissus de cette zone, gênés dans leur développement par cet obstacle, se contournent. Mais, au lieu d'être constitués comme le bois environnant, ils sont presque exclusivement formés de cellules radiales qui ont acquis des proportions inusitées.

» Ici encore ce tissu anormal est rempli de résine et d'amidon. C'est donc du bois gras qui se constitue autour de la branche morte.

» Lorsqu'il se produit des fentes dans l'intérieur du bois, les tissus environnants s'imprègnent de résine et acquièrent une teinte orangée ou brune. Il se forme ainsi des îlots de bois gras. On ne saurait attribuer ce résultat à un épanchement de résine hors des canaux qui la contiennent, puisqu'il se produit dans le Sapin où ces réservoirs n'existent pas. Il est dû à une cause plus intime. On remarque en effet que les cellules radiales voisines sont remplies d'amidon, qu'elles se sont multipliées et ont donné naissance à un tissu cicatriciel tapissant les lèvres de la fente. Ces cellules, semblables à celles qui constituent les rayons, sans toutefois être alignées,

sont ponctuées comme elles, mais plus grandes, irrégulières, à parois plus épaisses et renferment des globules résineux, des blocs de résine ambrée et de nombreux grains d'amidon. Ce cas se remarque principalement dans les tissus qui sont le siège d'une nutrition active, dans les tumeurs, entre autres dans celle qui est connue sous le nom de *Chaudron*.

» Les faits précédents montrent qu'il existe entre l'amidon et la résine une relation intime qui est rendue encore plus manifeste par l'observation suivante. Les rayons qui traversent l'aubier du Sapin ne renferment dans leurs cellules que des grains amylacés nombreux et volumineux, mais pas trace de résine.

» Dans ceux du cœur, au contraire, l'amidon est remplacé par des granules, des blocs et des globules de résine ambrée. Mais il existe une zone mince de passage où ces deux substances se rencontrent dans des cellules voisines et souvent dans la même cellule. On y trouve aussi quelques gouttelettes de résine liquide. D'autre part, les rayons, dès qu'ils pénètrent dans le liber, renferment de la résine, soit associée à de l'amidon, soit le plus souvent seule.

» β. Il y a aussi formation de bois gras par imprégnation de résine au contact d'un écoulement voisin. Ainsi, dans les points où l'écorce se trouve soulevée, la résine s'échappe des rayons de liber, s'épanche à la surface du bois dénudé et y pénètre par imbibition jusqu'à une assez grande profondeur. Mais ce bois présente au microscope un aspect différent de celui qui a été décrit plus haut. Ce n'est plus seulement dans les parois et la lumière des trachéides que la résine s'amasse : elle s'accumule encore dans les méats et lacunes sous forme de gros globules qui empâtent tous les éléments et en rendent la configuration très confuse, parfois même indiscernable. C'est ce qui arrive encore quand, après la suppression d'une branche, il se produit un suintement de résine par les lèvres de l'écorce. La surface de section se trouve ainsi imbibée mécaniquement.

» Un même tissu peut être transformé en bois gras par les deux procédés. C'est ce qui arrive pour les branches mortes qui persistent sur l'arbre. Après avoir été imprégnées de résine pendant leur vie, selon le processus physiologique que j'ai décrit, elles reçoivent pendant leur dépérissement et après la mort une seconde imprégnation due à la résine qui s'écoule à la face interne de l'écorce par suite de son décollement. Ce dépôt ne s'effectue généralement que sur une épaisseur assez faible. Quand les branches viennent plus tard à être englobées dans le bois de nouvelle formation, elles sont infiltrées une troisième fois au contact des jeunes tissus qui les enserrent et qui sont eux-mêmes imbibés de résine, ainsi que je l'ai expliqué. Par suite de ces imprégnations successives, ces branches finissent par acquérir une teinte brun foncé, presque noire. Ce

sont elles qui forment les *nœuds noirs* si fréquents et si préjudiciables dans les planches de sapin. »

GÉOLOGIE. — *Sur les oscillations qui se sont produites pendant la période primaire dans le bassin de Laval.* Note de M. **D. Œhlert**, présentée par M. Hébert.

« L'étude des dépôts paléozoïques aux environs de Laval montre que, dans cette région, une sédimentation ininterrompue, sans oscillations appréciables du sol, a eu lieu depuis la base du silurien jusqu'aux premiers dépôts du dévonien inférieur, et que, par une série de transitions insensibles, on passe du grès armoricain aux schistes à *Calymene Tristani* et à *Trinucleus ornatus*, puis au grès et aux ampélites du silurien supérieur, et que, de cette assise à la base du dévonien, les schistes à *Bolbozoe*, les schistes et quartzites de Plougastel et les grès à Orthocères et à *Orthis Monnieri* forment une série continue.

» Après ces sédiments, de premières rides parallèles, orientées nord-ouest-sud-est, se sont déjà formées, donnant naissance à une série de dépressions peu accusées, dans lesquelles se sont déposés les schistes et les calcaires à *Athyris undata*, dont la faune est bien connue, et enfin des dépôts de plus en plus restreints, représentés par des couches de schistes avec des nodules calcaires renfermant une faune spéciale, caractérisée par *Phacops Potieri*, *Loxonema Hennahiana*, *Rhynchonella Orbignyana*, *Bifida lepida*, *Nucleospira lens*, *Merista plebeia*, *Calceola sandalina*, etc., espèces qui, pour la plupart, se trouvent dans le dévonien moyen, mais qui, par leur mélange avec d'autres formes caractéristiques des couches sous-jacentes, indiquent une faune de passage entre le dévonien inférieur et le dévonien moyen, comparable à celle de la grauwacke de Hierges.

» A la fin de la période dévonienne, il se produit un émergement du sol correspondant à la lacune du dévonien moyen et supérieur, les plis s'accentuent et le grès à *Orthis Monnieri* forme alors des crêtes qui sont souvent brisées par des failles, avec des rejets parfois considérables.

» A l'époque carbonifère, par suite d'une oscillation descendante, la mer envahit de nouveau cette région et vient battre les falaises du grès dévonien ; c'est à ce moment que se remplit la grande dépression correspondant au bassin de Laval, en même temps que sur certains points, notamment à Changé, Louverné, Argentré, au nord de Laval, et à Lhuisserie au

sud, les eaux, profitant des fractures produites dans les crêtes de grès, envahissent la région dévonienne, amenant ainsi une transgressivité et une discordance entre les dépôts inférieurs du carbonifère et les différentes assises de la série dévonienne. Ces fiords sont remplis exclusivement par les couches inférieures du carbonifère, schistes, grès grossiers et poudingues avec anthracite, ayant un faciès détritique et indiquant des dépôts littoraux dont les éléments sont empruntés aux diverses roches du dévonien.

» Par suite d'un exhaussement continuel du sol, les dépôts suivants occupent seulement le centre du bassin de Laval : ce sont des calcaires noirs à *Productus giganteus*, dans lesquels j'ai trouvé plus de cinquante espèces appartenant à la faune de Visé, qui supportent des schistes, des phtanites et des grès avec traces charbonneuses, représentant sans doute les couches d'anthracite de Poillé (Sarthe), signalées par M. de Verneuil audessus du calcaire de Sablé. Enfin, des grauwackes renfermant une faune analogue au calcaire sous-jacent, des calcaires amygdaloïdes, souvent colorés en rouge et en vert, et des schistes argileux, forment un ensemble (calcaires et schistes de Laval) qui peut être assimilé au houiller inférieur proprement dit. C'est sur ces couches, relevées verticalement, que se sont déposés, en stratification discordante, les bancs de Saint-Pierre-la-Cour qui appartiennent au houiller supérieur.

» Contrairement aux faits observés dans la région ardennaise, dont la sédimentation est interrompue entre le silurien et le dévonien, tandis qu'elle est continue entre ce dernier terrain et le carbonifère, dans l'ouest de la France, les mouvements du sol ont lieu principalement entre le dévonien inférieur et le carbonifère inférieur.

» L'éruption des diabases, qui forment des filons si nettement caractérisés dans les régions granitiques et dans les schistes cambriens, et que l'on voit intercalés au milieu des schistes et des quartzites de la base du dévonien inférieur, paraît avoir profité des dislocations qui ont eu lieu entre le dévonien et le commencement du carbonifère, à la base duquel se trouvent, en effet, de nombreux pointements de ces roches. La période carbonifère débute par des éruptions porphyriques, avec tufs et phénomènes de métamorphisme particuliers; enfin l'apparition des orthophyres semble correspondre aux derniers mouvements qui se sont produits entre le houiller inférieur et le houiller supérieur. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique de la Montagne-Noire.* Note de M. J. Bergeron, présentée par M. Hébert.

« La région désignée sous le nom de *Montagne-Noire* forme un massif qui s'étend, sur une longueur d'environ 100^{km}, de Castelnaudary à Lodève. Au point de vue géologique, on peut la considérer comme constituée par un pli anticlinal de gneiss, orienté suivant une direction N. 60° E., sur les versants duquel se trouve la série paléozoïque, mais inégalement développée.

» Du côté de Castelnaudary, ce massif ancien plonge vers le nord-ouest, sous les calcaires lacustres et les marnes de l'éocène supérieur; vers le sud, il plonge sous les grès à *Lophiodon*, sous les calcaires nummulitiques de l'éocène, ainsi que sous les marnes et calcaires d'eau douce du terrain crétacé supérieur. Dans toute la région comprise entre Castres, Castelnaudary et Mas-Cabardes, il n'est constitué que par des gneiss affectés de quelques plis anticlinaux et synclinaux dont la direction est celle de la masse même de gneiss. Dans les plis synclinaux, sont pincés des lambeaux de micaschistes, de schistes à minéraux et de calcaires saccharoïdes. Ces lambeaux sont généralement limités par des failles ayant une direction N. 30° O.; ils forment dans cette partie de la Montagne-Noire une série d'îlots ou de bandes. On retrouve également de ces lambeaux dans tout le massif gneissique, mais ils ont des dimensions bien moindres que du côté de Castelnaudary et ils sont tout à fait isolés.

» Les terrains paléozoïques n'occupent que les bords de ce massif. Sur le versant nord-ouest, ils n'apparaissent que vers le village de Boissezon; jusque-là ce sont les marnes et calcaires d'eau douce de l'éocène supérieur qui sont en contact avec le gneiss. Ce versant ne présente comme dépôts anciens que des calcaires saccharoïdes et des schistes à minéraux; des schistes sans fossiles, très compacts, qui pourraient correspondre au silurien inférieur; des schistes argileux où j'ai trouvé quelques débris de *Barrandia* et d'*Asaphus* et qui correspondent au silurien moyen; des calcaires noirs dont les assises inférieures sont riches en Orthocères caractéristiques du silurien supérieur de Bohême; enfin des dolomies non fossilifères qui appartiennent au dévonien inférieur. Il ne semble pas que, sur ce versant, il y ait d'autres termes de la série paléozoïque.

» Ces différents terrains se trouvent en contact par faille avec le gneiss.

Le silurien supérieur présente une faible extension par rapport au silurien moyen. Le dévonien inférieur est très développé et recouvre tous les autres terrains en stratification transgressive.

» Sur ce versant nord-ouest, les seuls accidents qui affectent les dépôts dont je viens de parler sont des failles dont les plus importantes en étendue et en amplitude correspondent à la direction générale de la Montagne-Noire.

» Le versant sud-est présente un développement beaucoup plus complet de la série paléozoïque; les accidents géologiques y sont beaucoup plus variés : les failles, les plis et les renversements de couches y sont nombreux. C'est un fait général pour toute la grande bande de terrains paléozoïques s'étendant de Lastours à Lodève.

» Devant faire prochainement la comparaison des deux versants de la Montagne-Noire au point de vue paléontologique, j'attends l'intéressant travail que M. de Rouville doit faire paraître incessamment sur la région de Cabrières. Je me contenterai de signaler quelques faits relatifs à l'allure des différents horizons qu'on rencontre sur le versant sud-est.

» Le terrain dévonien s'étend de Cabrières jusqu'à Lastours, mais il n'y a guère que la partie inférieure qui soit bien développée. Les autres étages ont été enlevés par des érosions, sauf dans une grande bande, souvent interrompue par des failles, et qui correspond à un pli synclinal qui a protégé ces dépôts contre ces érosions.

» Le terrain carbonifère, qui repose indifféremment sur le terrain silurien et sur tous les étages du terrain dévonien (¹), s'étend de Cabrières jusqu'à l'ouest de Fabrègues; il se compose toujours d'un niveau inférieur constitué par des grès à végétaux et des conglomérats, et d'un calcaire bleu foncé à *Productus giganteus* qui forme l'étage supérieur.

» Le terrain houiller est encore plus réduit : il se voit depuis Cabrières jusqu'à Autignac et borde vers le sud-est les terrains paléozoïques; il est recouvert par le terrain permien, qui ne semble pas avoir une plus grande extension que lui.

» Toute cette série a subi de nombreuses dislocations et de nombreux plissements, qu'il serait trop long d'énumérer ici. L'accident le plus important correspond à une série de crêtes parallèles au massif central de la

---

(¹) Cette discordance entre le terrain carbonifère et le dévonien inférieur a été déjà signalée par M. Œhlert, dans la Mayenne (*Bull. Soc. géol.*, 3e série, t. XIV, p. 527).

Montagne-Noire. L'allure des couches qui constituent ces crêtes ne peut guère se comparer qu'à un rebroussement résultant d'une action normale à la chaîne principale, c'est-à-dire ayant une direction sud-est, et d'une réaction de direction contraire. Les couches, au lieu de se coucher suivant la direction de la force qui venait du sud-est, éprouvant une résistance du côté du massif ancien, ont dû se redresser, puisqu'elles ne pouvaient chevaucher les unes sur les autres. De là, formation de cette série de crêtes, si particulière à la région. Sur le versant méridional de ces crêtes, les chevauchements sont très fréquents; c'est ainsi que près de Roquessels, par exemple, les schistes du silurien moyen passent sur le terrain carbonifère.

» Vers le nord-est, le massif gneissique de la Montagne-Noire est recouvert par les micaschistes et les schistes à minéraux, sous lesquels il semble s'enfoncer. Puis la série paléozoïque commence à reparaître, mais elle est bientôt recouverte par le terrain permien, puis par le trias et le jurassique. Parfois même, des failles amènent ces derniers terrains au contact des différents termes de la série ancienne. »

M. A. **Mami** adresse, de Modène (Italie), une Note sur les lois de Kepler.

M. G. **Lévêque** adresse une Note sur la chaleur du Soleil.

M. L. **Hoctsch** adresse une Note relative à la production des sons, par la voix ou par les instruments.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 février 1887.

Histoire des Sciences mathématiques et physiques; par M. Maximilien Marie. Tome X : *De Laplace à Fourier*. Paris, Gauthier-Villars, 1887; vol. pet. in-8°.

Observations des comètes faites à l'équatorial de Gambey de l'Observatoire de

Paris, de 1835 *à* 1855. *Réductions; par* M. J. Bossert; br. in-4°. (Présentée par M. Mouchez.)

Cure radicale des hernies; par le Dr Just Lucas-Championnière. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; vol. in-8°. (Présenté par M. Richet.)

Le charbon symptomatique du bœuf. Pathogénie et inoculations préventives; par MM. Arloing, Cornevin et Thomas; 2e édition. Paris, Asselin et Houzeau, 1887; vol. in-8°.

Étude pratique sur les cicatrices vaccinales; par le Dr Paul Lalagade. Albi, Henri Amalric, 1887; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Collection de Mémoires relatifs à la Physique, publiés par la Société française de Physique; Tome III. *Mémoires sur l'Électrodynamique;* 2e Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1887; vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Wolf).

La solution du problème des températures; par M. Félix Lucas. Paris, Gauthier-Villars, 1887; br. gr. in-8°. (Présentée par M. Cornu.)

Recherches expérimentales sur l'emploi des enveloppes de vapeur et du fonctionnement compound dans les locomotives, effectuées sur les chemins de fer Sud-Ouest russes; par A. Borodine. Paris, Baudry et Cie, 1887; br. in-8°.

Cours complet de Viticulture; par G. Foëx. Montpellier, Camille Coulet; Paris, G. Masson, 1886; vol. in-8°. (Présenté par M. Duchartre.)

Notice sur le dermométrisme de la force vitale médicatrice. Méthode du Dr Collongues. Nice, 1887; br. in-12 (3 exemplaires).

Quelques mots sur la transparence du platine et des miroirs de fer, nickel, cobalt, obtenue par électrolyse; par Edmond van Aubel. Bruxelles, F. Hayez, 1886; br. in-8°.

L'œuvre scientifique de Paul Bert; par le Dr Edgar Bérillon. Paris, Picard-Bernheim; et Auxerre, Georges Rouille, 1887; vol. in-12.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. 1re série : *Animaux invertébrés.* Livraison 8, janvier 1887. Paris, G. Masson; br. in-8°. (Présentée par M. Hébert).

Repertorium der Physik, herausgegeben von Dr F. Exner. München und Leipzig, 1887; br. in-8°.

Meteorological observations at stations of the second order, for the year 1882. London, 1887; br. in-4°.

Hourly readings, 1883; Part IV, october to december. London, 1886; br. in-4°.

L'omologia nello spazio e la costruzione delle immagini negli strumenti o

sistemi ottici in generale. Memoria dell'ing. Dr STANISLAO VECCHI. Parma, Rossi-Ubaldi, 1886; br. in-4°.

A proposito di una discussione sollevata da una osservazione del P. Secchi relativa alle immagini nei cannocchiali. Memoria dell'ing. Dr STANISLAO VECCHI. Parma, Rossi Ubaldi, 1886; br. in-4°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. TACCHINI. Roma, Eredi Botta, 1887; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 14 février 1887.)

Page 402, Nominations, ligne 8 en remontant, *lisez* M. *Chauveau,* nommé Membre titulaire dans la Section d'Économie rurale.

Page 418, ligne 20, *au lieu de* $F(\cos\theta)$, *lisez* $F^2(\cos\theta)$.

» » 23, *lisez* $x = \frac{\rho_1 - \rho_2}{2}\left[(\theta - M\varphi)\cos\theta - \int \frac{2F(\cos\theta)}{\sin^3\theta}d\theta + L\varphi\right]$.

» » 29, *lisez* $\rho_1 + \rho_2 = (\rho_1 - \rho_2)\left[\frac{F(\cos\theta)}{\sin^2\theta} + \theta - M\varphi\right]$.

Page 419, ligne 15, *au lieu de* $u_p = 0$, *lisez* $u_p = 1$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 FÉVRIER 1887.

PRÉSIDENCE DE M. GOSSELIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel ayant présenté, dans la précédente séance, un Ouvrage de MM. *Charcot* et *P. Richer*, intitulé « Les démoniaques dans l'Art », M. **Charcot** indique, ainsi qu'il suit, le but et le caractère de cet Ouvrage :

« Nous avons eu l'idée, M. Richer et moi, de rechercher, parmi les œuvres d'art les plus diverses : ivoires, émaux, tapisseries, gravures, tableaux, etc., celles qui ont spécialement trait aux représentations de *démoniaques convulsionnaires*.

» Notre but a été d'étudier ces œuvres au point de vue de la vérité scientifique, et nous avons pu reconnaître que plusieurs grands maîtres, entre autres Andre del Sarte, le Dominiquin et Rubens, avaient peint leurs démoniaques d'après une observation fidèle et rigoureuse de la nature; nous retrouvons, en effet, dans leurs « figures » les traits précis d'un état pathologique aujourd'hui bien connu. Le présent livre donne les con-

clusions de nos recherches, en même temps que la reproduction des pièces les plus parlantes de notre collection.

» L'antiquité ne nous a pas fourni de matériaux utilisables pour cette étude. Les premières représentations de démoniaques que nous ayons rencontrées datent des ve et vi^e siècles de l'ère moderne. La possession y est figurée d'une manière toute conventionnelle. Le possédé n'offre rien de caractéristique ni dans ses traits, ni dans son attitude. Selon le mode antique qui avait déjà représenté l'âme s'échappant du corps sous la forme d'une petite figure nue, le démon est figuré par un petit être, parfois ailé, qui s'échappe soit de la bouche, soit du crâne de l'exorcisé. Plus tard, cette figure d'exorcisé prend des traits plus précis; le démon a des cornes, une queue, des griffes; il revêt les formes d'animaux étranges. Mais le symbole tend désormais à devenir l'accessoire, et le démoniaque lui-même acquiert peu à peu les caractères de réalité saisissante sur lesquels nous insistons, à propos, surtout, des peintres du xvie siècle.

» L'École espagnole paraît s'être à peu près exclusivement attachée à reproduire les caractères de l'extase; on n'y trouve que peu ou point de possédés. Par contre, l'école de Breughel, sérieuse sous sa forme excessive et caricaturale, nous a fourni des renseignements d'une valeur toute particulière, en ce qu'ils permettent de restituer, avec les mœurs populaires du temps, les symptômes précis de la grande hystérie à propos des processions dansantes, désignées sous le nom de *danse de Saint-Guy*.

» L'imagerie populaire et religieuse ne nous a guère donné que des documents de fantaisie; mais il n'en est pas de même des œuvres des maîtres de la Renaissance, dont je me contenterai de citer, à titre d'exemple, les plus célèbres. Andre del Sarte, dans une des fresques de l'Annunziata, à Florence, a peint une très remarquable scène d'exorcisme. Nous ne saurions concevoir rien de plus conforme à la réalité que la figure de la jeune femme exorcisée; elle tombe à la renverse, présentant, très accentués, plusieurs des caractères de l'attaque de grande hystérie à son début : incurvation du corps en arrière, gonflement du cou, turgescence de la face, etc.; d'où nous pouvons conclure que le peintre a puisé dans la nature même les éléments de sa composition; très certainement, il a peint une possédée qu'il a eue sous les yeux dans une de ces scènes d'exorcisme qui n'étaient point très rares à cette époque.

» Le jeune possédé du Dominiquin dans la fresque du *Miracle de Saint-Nil*, à Grotta-Ferrata, ne le cède en rien à la possédée d'Andre del Sarte sous le rapport de la vérité scientifique. L'attitude représentée par le Do-

miniquin est une des plus caractéristiques de l'attaque d'hystérie, l'une de celles qu'il est donné d'observer avec le plus de fréquence chez les jeunes garçons. C'est l'attitude en *arc de cercle*, et la reproduction est même si fidèle que lorsqu'il se présente à ma consultation un jeune garçon atteint de crises nerveuses dont le diagnostic paraît douteux, j'ai coutume de placer sous les yeux de la mère une copie de la fresque du Dominiquin, et si elle me dit : « C'est bien comme cela que fait mon enfant », je n'hésite pas à affirmer qu'il s'agit là non pas de l'épilepsie, mais bien de l'hystérie.

» Mais les figures de démoniaques qui reproduisent le mieux, dans toute leur vérité et tout leur développement, les crises dont nos malades nous offrent journellement des exemples, sont celles qui sont sorties du pinceau de Rubens. Il est à noter que le grand maître flamand paraît s'être attaché tout particulièrement à ce genre de représentation; nous connaissons, en effet, de lui plusieurs tableaux ou esquisses relatifs aux possédés. Or il est aisé de démontrer par l'étude de ces différentes œuvres, au point de vue spécial où nous nous plaçons, comment Rubens a su voir la nature et avec quel respect il a voulu la copier. La possédée du tableau du musée de Vienne, *Saint Ignace guérissant les possédés*, est à cet égard particulièrement instructive. Elle offre l'image d'une crise de grande hystérie des plus classiques et portée à son plus haut degré de développement : gonflement énorme du cou, protrusion de la langue, convulsion des globes oculaires, renversement du corps en arrière, mouvements de violence des mains dont l'une déchire les vêtements, tandis que l'autre arrache les cheveux..., rien n'a été omis. Seule l'intuition du génie, jointe à une rare acuité d'observation, a pu permettre de saisir et de fixer avec tant d'effet et de sûreté les traits fondamentaux d'un tableau changeant et complexe. Cette figure de possédée est une image si fidèle de la nature que sous tous ses aspects elle demeure vraie, aujourd'hui encore.

» Nous n'en dirons pas autant du jeune possédé peint par Raphaël dans la *Transfiguration*. Ainsi que déjà Charles Bell l'avait fait remarquer, les signes de convulsion y sont fantaisistes et contradictoires. Cette figure ne présente aucun des caractères précis soit de l'hystérie, soit de l'épilepsie; elle ne nous paraît répondre, en un mot, à aucune maladie convulsive connue. A tort ou à raison, Raphaël, cette fois au moins, s'est éloigné de l'imitation de la nature et a puisé dans sa propre imagination les éléments de sa composition.

» Les convulsionnaires de Saint-Médard ont naturellement trouvé place dans notre livre, et nous avons donné la reproduction de quelques gra-

vures du temps qui témoignent à elles seules de la part qui revient à la grande hystérie dans cette célèbre épidémie convulsive.

» Enfin, dans le but de faciliter la comparaison des anciens démoniaques convulsionnaires interprétés par l'art avec les hystéro-épileptiques d'aujourd'hui, nous avons, dans les pages qui terminent notre livre, rappelé quelques-uns des grands caractères qui distinguent les crises propres à ce genre de malades. »

ASTRONOMIE. — *Détermination de la constante de l'aberration. Premier et second procédé d'observation;* par M. **Lœwy**.

« Nous allons maintenant examiner le rôle, d'ailleurs très faible, que joue la réfraction dans ces deux premiers procédés. Soient

z' et z'' les distances zénithales;
a' et a'' les azimuts des deux étoiles;
dz' et dz'' les réfractions correspondantes;
ρ la constante de la réfraction;
S l'angle horaire;
z la distance zénithale à l'époque d'égale hauteur;
θ' et θ'' les températures;
n' et n'' les pressions atmosphériques à deux époques différentes.

On aura

$$\begin{aligned}\cos\Delta &= \cos z'\cos z'' + \sin z'\sin z''\cos(a''-a')\\ &= \cos(z''-z') - 2\sin^2\frac{a''-a'}{2}\sin z''\sin z',\\ \sin\Delta\, d\Delta &= \sin(z''-z')\, d(z''-z')\\ &\quad + 2\sin^2\frac{a''-a'}{2}(\cos z''\sin z'\, dz'' + \cos z'\sin z''\, dz').\end{aligned}$$

Si la température et le baromètre ne variaient pas, la réfraction ne jouerait ici aucun rôle, puisqu'on observe toujours les astres à la même distance zénithale; il ne s'agit donc ici, uniquement, que d'un effet différentiel relatif à une hauteur notable, et l'on peut, dans ces conditions, admettre que la loi de la réfraction se trouve représentée avec exactitude par la formule $\rho\tang z$. Remplaçant, par conséquent, dz' et dz'' par $-\rho\tang z'$ et

$-\rho \operatorname{tang} z''$, on obtient

$$\text{(F)} \qquad -\sin\Delta\, d\Delta = \rho \frac{\sin^2(z''-z')}{\cos z'' \cos z'} + 2\rho[\cos(z''-z') - \cos\Delta],$$

$$-\sin\Delta\, d\Delta = 4\rho\left(\frac{\sin^2\frac{z''-z'}{2}\sin^2\frac{z''+z'}{2}}{\cos z''\cos z'} + \sin^2\frac{\Delta}{2}\right),$$

et, en posant $z''=z'$, on a

$$\text{(F')} \qquad d\Delta = -2\rho \operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}.$$

Cette dernière expression (F′) démontre que la correction $d\Delta$, qui d'ailleurs n'intervient pas ici directement, est une constante complètement indépendante de la distance zénithale. Dans l'observation ordinaire, la réfraction croît rapidement lorsque la hauteur diminue; ici il n'en est rien. En observant avec le même double miroir un couple d'étoiles quelconque, que z soit au moment d'égale hauteur, 30° ou 60°, l'action de la réfraction reste identique; la mesure des distances présente donc, sous ce rapport, un avantage particulier. Cette propriété géométrique s'explique d'ailleurs facilement; la réfraction augmente proportionnellement à la tangente de la distance zénithale, mais, l'influence sur la distance diminuant dans la même proportion, il se produit nécessairement une compensation complète des deux effets. Ce qu'il convient seulement de considérer ici, c'est seulement $\delta\, d\Delta$, la variation de la quantité $-2\rho \operatorname{tang}\Delta$ provoquée par un changement dans la température et dans la pression atmosphérique. Les termes correctifs correspondants $\delta\, d\Delta$ se calculent très facilement : il suffit de multiplier le facteur constant $-2\rho\operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}$ par les coefficients tirés des Tables à l'aide des arguments, différence de température $\theta''-\theta'$ et différence de pression $n''-n'$. Mais, comme nous le verrons plus loin, on peut même se dispenser de recourir aux Tables de réfraction et déduire directement ces termes correctifs des données de l'observation.

» Il est encore important de considérer l'effet de la réfraction à un autre point de vue. Nous avons admis jusqu'à présent qu'on effectue l'observation à l'époque d'égale hauteur, mais la réalisation de cette condition deviendrait, dans la pratique, souvent difficile; nous allons donc rechercher le laps de temps qui peut être consacré à la mesure sans que cela puisse porter préjudice à l'exactitude que comporte la méthode. En observant, par exemple, une demi-heure avant ou une demi-heure après l'instant d'égale hauteur, la mesure subit une légère altération $\delta\, d\Delta$, tenant à l'effet de

la réfraction, il faut donc évaluer la grandeur de cette variation. Pour atteindre ce but, deux opérations sont nécessaires : 1° il faut calculer $\delta d\Delta$ provoquée pour un changement dz dans la distance zénithale; 2° évaluer la valeur de dz par une variation d'une demi-heure dans l'angle horaire. On a rigoureusement, en remplaçant z' et z'' par $z'+dz'$ et $z''+dz''$ à l'aide de l'équation (F),

$$- \sin\Delta(d\Delta + \delta d\Delta) = \frac{\rho[\sin(z''-z')\cos(dz''-dz') + \cos(z''-z')\sin(dz''-dz')]^2}{(\cos z'\cos dz' - \sin z'\sin dz')(\cos z''\cos dz'' - \sin z''\sin dz'')} + 2\rho[\cos(z''-z')\cos(dz''-dz') - \sin(z''-z')\sin(dz''-dz') - \cos\Delta].$$

En posant maintenant $z''=z'$ et en négligeant les termes qui n'ont pas d'influence sensible, on a alors

$$- \sin\Delta(d\Delta + \delta d\Delta) = \rho\frac{\sin^2(dz''-dz')}{\cos^2 z'} + 2\rho\left(1 - \cos\Delta - 2\sin^2\frac{dz''-dz'}{2}\right);$$

on a, d'autre part,

$$- \sin\Delta\, d\Delta = + 2\rho(1 - \cos\Delta);$$

il en résulte

$$\sin\Delta\delta\, d\Delta = \rho\frac{\sin^2(dz''-dz')}{\cos^2 z'} - 4\rho\sin^2\frac{dz''-dz'}{2} = 4\rho\,\text{tang}^2 z\sin^2\frac{dz''-dz'}{2},$$

formule qui fait connaître $\delta d\Delta$ en fonction de dz'' et dz'. En différentiant ensuite par rapport à S l'équation $\cos z' = \sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos S$, on a

$$\sin z'\, dz' = \cos\varphi\cos\delta\sin S\, dS;$$

l'angle horaire varie dans une demi-heure de $7°30'$. Pour arriver à une appréciation générale, nous allons supposer $\varphi = 45°$, $\delta = 45°$, $S = 45°$, $z = 45°$ et $\Delta = 90°$; il en résulte *grosso modo*

$$dz = \pm 0{,}41\, dS = 3°6';$$

avant ou après l'époque d'égale hauteur, dz' et dz'' ont naturellement des signes différents; nous les admettons égaux, mais de signes contraires. On obtiendra ainsi

$$\delta d\Delta = 4\rho\sin^2 dz = 4\rho\sin^2 3°6' = 0'',8.$$

La faible quantité $0'',8$ représentera donc à peu près la plus grande variation de la réfraction, en observant une demi-heure avant ou une demi-heure après le moment d'égale hauteur; mais, en réalité, la correction qui s'appliquera à la moyenne des résultats individuels ne sera que $0'',4$,

la moitié de cette faible quantité. Pour $z = 60^\circ$, $\frac{\delta d\Delta}{2}$ deviendra égale à environ $1'',2$, valeur qui, sans inconvénient, peut être empruntée aux Tables de réfraction. Mais, au lieu de recourir aux Tables, on peut aussi déduire cette légère correction des observations effectuées. En effet, en désignant par γ_0 la distance angulaire dans le champ à l'époque t_0 d'égale hauteur, la distance γ à un instant quelconque t se trouve représentée par la formule

$$\gamma = \gamma_0 - f(t - t_0)^2,$$

t_0 étant toujours connu d'avance; car il suffit d'avoir cette époque à 10^s près; on peut, de l'ensemble des mesures successives $\gamma_1, \gamma_2, \ldots$, à l'aide de la formule précédente, conclure γ_0 et f.

» De cette analyse on arrive ainsi aux conclusions suivantes : 1° l'action de la réfraction étant à toutes les hauteurs la même, la mesure de la distance, à l'exception des régions très basses, s'effectue partout dans des conditions de précision presque identiques. Il devient dès lors superflu de s'imposer l'obligation d'observer seulement les deux astres lorsqu'ils se trouvent à des hauteurs considérables, et cette circonstance offre une très grande facilité pour remplir les autres conditions géométriques du problème. 2° Il sera généralement permis de consacrer à l'étude une heure ou une heure et demie, car aucune erreur appréciable ne peut être provoquée par la légère rectification qu'il faut faire subir aux lectures pour les ramener à l'instant d'égale hauteur; d'ailleurs, en opérant généralement à toutes les époques dans les mêmes conditions, cette faible quantité s'éliminera presque complètement par la comparaison des résultats.

» La solution du problème, à l'aide des deux premiers procédés, pourrait être considérée comme complète, si l'on veut emprunter aux Tables de réfraction la faible correction $\delta d\Delta$, provenant d'une variation dans l'état atmosphérique; mais il devient facile, dans l'exécution de l'étude, de porter la rigueur encore beaucoup plus loin. On peut, et c'est là le grand avantage inhérent à cette méthode : 1° tirer, des observations elles-mêmes, les faibles termes correctifs nécessaires à leurs réductions; 2° en faisant usage du premier procédé, atteindre l'exactitude la plus absolue et éviter même l'application d'une correction quelconque. Nous allons donc démontrer d'abord comment on parvient à trouver les valeurs des coefficients a et b tenant à la température et au baromètre. En mesurant à deux époques différentes un couple d'étoiles sans aberration, on a

$$(G)\qquad \begin{cases} l' = \gamma, \quad l'' = \gamma + (a + d)\theta + nb, \\ l'' - l' = (a + d)\theta + nb; \end{cases}$$

$(a+d)\theta$ représente la variation en bloc de l'arc dû à la température et produite par la dilatation du miroir et le changement de la réfraction. L'ensemble des observations effectuées sur un couple d'étoiles sans aberration permettra donc, à l'aide des équations (G), de déterminer les coefficients $(a+d)$ et b. Comme on le voit, par ce mode d'opération, on conclut la valeur de b, cet élément si essentiel pour le calcul des réfractions, avec une exactitude que ne comporte aucune méthode astronomique connue. Pour le but immédiat que nous poursuivons ici, il suffit de posséder la somme des deux coefficients $a+d$. Mais la connaissance de la constante a étant d'une importance fondamentale dans le calcul de la réfraction, quoique cela ne se rapporte pas directement à la solution du problème, il me semble néanmoins utile de donner le procédé le plus rigoureux pour l'obtenir.

» Pour atteindre ce but, on observera au même instant physique, ou plutôt à quelques minutes près, un second couple d'étoiles sans aberration au moment où les deux étoiles se trouvent comprises dans un même cercle de hauteur, l'une des étoiles étant près de l'horizon et l'autre près du zénith. En désignant par R la différence des réfractions des deux étoiles se trouvant dans le même cercle de hauteur et $2\rho \tang \frac{\Delta}{2}$ étant la réfraction à l'instant d'égale hauteur, on aura ainsi, à deux époques différentes :

Premier couple (en observant à égale hauteur).		Deuxième couple (en observant dans un même cercle vertical).	
$l''=\gamma+(a+d)\theta+nb,$		$l_{\prime\prime}=\gamma_{\prime}+\left(\dfrac{a\mathrm{R}}{2\rho\tang\frac{\Delta}{2}}+d\right)\theta+\dfrac{n\mathrm{R}}{2\rho\tang\frac{\Delta}{2}}b,$	
$l'=\gamma$	et	$l_{\prime}=\gamma_{\prime},$	à l'époque initiale;

il en résulte

$$l_{\prime}-l'=\gamma_{\prime}-\gamma,$$
$$l_{\prime\prime}-l''=\gamma_{\prime}-\gamma+a\theta\left(\frac{\mathrm{R}}{2\rho\tang\frac{\Delta}{2}}-1\right)+nb\left(\frac{\mathrm{R}}{2\rho\tang\frac{\Delta}{2}}-1\right)$$

et

$$(l_{\prime\prime}-l'')-(l_{\prime}-l')=a\theta\left(\frac{\mathrm{R}}{2\rho\tang\frac{\Delta}{2}}-1\right)+nb\left(\frac{\mathrm{R}}{2\rho\tang\frac{\Delta}{2}}-1\right);$$

le facteur $\dfrac{\mathrm{R}}{2\rho\tang\frac{\Delta}{2}}$ sera d'autant plus grand que l'observation du second

couple se trouve être effectuée plus près de l'horizon. A 80° de distance zénithale et en supposant $\Delta = 90°$, ce coefficient sera égal à environ 2, 8, n étant connue par le procédé antérieurement développé; on peut donc de cette façon déterminer a très exactement. A l'aide de ces deux coefficients, a et b, on peut conclure facilement les éléments de réduction relatifs à la température et à la pression barométrique nécessaires au calcul des réfractions.

» Il nous reste encore à exposer une solution particulière dans le premier procédé permettant d'éviter l'application de toute correction atmosphérique. On arrivera à ce résultat, comme on le verra ci-après, en observant simultanément deux couples d'étoiles, l'un se trouvant placé dans le plan de l'écliptique et l'autre étant un couple sans aberration. Pour plus de généralité, nous allons d'abord supposer que les deux étoiles du premier couple se trouvent placées en dehors de l'écliptique, mais à une égale latitude β. En désignant par λ', λ'' et β; α', δ', α'' et δ'' les coordonnées écliptiques et équatoriales du couple d'étoiles principales, par λ''', $90° - \frac{\Delta}{2}$, $180 - \lambda'''$, $90° - \frac{\Delta}{2}$; α''', δ''', α^{iv} et δ^{iv} les coordonnées relatives au couple d'étoiles sans aberration, par h la hauteur, t l'heure sidérale, s l'angle horaire, ω l'obliquité de l'écliptique, on aura, pour le couple d'étoiles principales,

$$\cos\delta''\cos\alpha'' = \cos\beta\cos\lambda'', \qquad \sin\delta'' = \cos\beta\sin\lambda''\sin\omega + \sin\beta\cos\omega,$$
$$\cos\delta''\sin\alpha'' = \cos\beta\sin\lambda''\cos\omega - \sin\beta\sin\omega, \qquad \sin h'' = \sin\varphi\sin\delta'' + \cos\varphi\cos\delta''\cos(t'' - \alpha''),$$
$$\cos\delta'\cos\alpha' = \cos\beta\cos\lambda', \qquad \sin\delta' = \cos\beta\sin\lambda'\sin\omega + \sin\beta\cos\omega,$$
$$\cos\delta'\sin\alpha' = \cos\beta\sin\lambda'\cos\omega - \sin\beta\sin\omega, \qquad \sin h' = \sin\varphi\sin\delta' + \cos\varphi\cos\delta'\cos(t' - \alpha');$$

à l'époque d'égale hauteur, on aura

$$\sin\varphi\sin\delta'' + \cos\varphi\cos\delta''\cos(t - \alpha'') = \sin\varphi\sin\delta' + \cos\varphi\cos\delta'\cos(t - \alpha').$$

» En remplaçant dans cette équation les coordonnées équatoriales par les coordonnées elliptiques, on obtient

$$\text{(I)} \qquad \operatorname{tang}\varphi\sin\omega - \operatorname{tang}\frac{\lambda'' + \lambda'}{2}\cos t + \cos\omega\sin t = 0;$$

cette dernière relation fait donc connaître l'instant où deux étoiles d'égale latitude se trouvent à une même hauteur au-dessus de l'horizon. Comme on le voit, cette heure sidérale est indépendante de la latitude des deux astres et de leur distance, et l'argument qui la détermine est uniquement

la longitude de la médiane $\lambda = \frac{\lambda'' + \lambda'}{2}$. Il est important en outre de connaître pour un instant sidéral donné t l'inclinaison ψ de l'écliptique sur l'horizon. Dans le triangle sphérique formé par l'intersection des trois plans de l'écliptique, de l'équateur et de l'horizon, les trois angles qui y figurent sont ω, $90° - \varphi$ et $180° - \psi$ et le côté adjacent à ω et $90° - \varphi$ est $90° - t$; on trouve alors les relations suivantes, en supposant les deux étoiles placées dans le plan de l'écliptique,

$$(b) \qquad \cos\lambda \sin\psi = \cos t \cos\varphi, \qquad \sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\sin\psi,$$

$$(a) \qquad \sin h \cos\lambda = \cos\frac{\Delta}{2}\cos t \cos\varphi$$

et

$$(c) \qquad \cos\psi = \sin\varphi\cos\omega - \cos\varphi\sin\omega\sin t.$$

» L'heure sidérale de l'observation étant par exemple donnée, on peut calculer, à l'aide de la formule (c), l'inclinaison de l'écliptique au-dessus de l'horizon; par les formules (b), la longitude de la médiane et les hauteurs des deux astres au moment où elles sont égales.

» Dans une Communication suivante, nous fournirons les coordonnées pour le couple d'étoiles sans aberration, et les conclusions générales auxquelles donnent lieu les deux premiers procédés. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur la dernière Note de M.* Mascart (*21 février*); par M. **Faye**.

« M. Mascart dit, dans cette Note, qu'il n'accepte pas le patronage de toutes les idées que M. Faye attribue aux météorologistes. Telle serait, par exemple, la conception d'un tube rétréci comme une trompe d'éléphant, par lequel devrait passer tout l'air aspiré des régions inférieures, tuyau qui n'aurait que la consistance d'un simple brouillard et se comporterait néanmoins comme s'il avait les parois rigides d'une cheminée d'usine.... Il n'a, pour sa part, rien dit de semblable; il ignore si une conception aussi étrange a été émise quelque part.

» Cette opinion est vieille comme le monde; j'en ai recueilli l'expression à toutes les époques de l'histoire, et je m'étonne que notre honorable et savant Confrère M. Mascart n'ait jamais entendu parler de trombes

dont le tube aspire les eaux de la mer, des rivières ou des étangs (¹). Je n'ai pas eu à prêter cette opinion aux météorologistes : ils l'ont eux-mêmes exprimée en toute occasion, et, sans chercher bien loin dans le passé, M. Mascart en trouverait tout près de lui de nombreux exemples. C'est ainsi qu'aux États-Unis un observateur habile et consciencieux a été obligé de rechercher si les tornados pompent bien réellement l'eau des rivières qu'ils traversent (²). Plus près de lui encore et tout récemment, il était question de cet étrange phénomène dans la *Revue scientifique* du 31 octobre 1885, sous la signature d'un météorologiste distingué, à propos d'une trombe observée récemment en Suède :

» La colonne ainsi formée, qui avait une hauteur d'environ 200^{m} sur un diamètre d'environ 50^{m}, absorba l'eau du lac de Säby de telle sorte que W... put découvrir le fond sur une grande distance. M. le capitaine Abergh dit avoir observé, par des marques sur des pierres au bord du lac, que le niveau s'en était abaissé de 1^{m} après l'apparition de la trombe.

» Un lac doit bien avoir environ une lieue carrée de superficie. A ce compte la trombe, en passant, lui aurait enlevé $16\,000\,000^{mc}$ d'eau. C'est à peu près le débit du Mississipi à son embouchure. Malheureusement on n'a pas cherché, comme M. Finley aux États-Unis, en quel endroit cette trombe a bien pu déposer l'énorme masse d'eau qu'elle aurait absorbée dans son vaste entonnoir.

» Je félicite M. Mascart de ne pas accepter cette opinion si répandue que les trombes pompent l'eau de la mer ou des lacs; mais il a bien tort de croire que je l'aurais gratuitement attribuée aux météorologistes pour les tourner en ridicule. Il s'agit, je le répète, d'un préjugé vieux comme le monde, qui subsiste encore aujourd'hui, et dont il est facile de retrouver l'influence jusque dans les idées et les théories des savants de notre époque.

» Mais je passe au grand, à l'unique argument invoqué par M. Mascart à l'appui des théories actuelles. Je veux parler de la composante centripète que les météorologistes retrouvent dans les mouvements de l'air des cyclones.

» La pratique de chaque jour, dit-il, et le dépouillement des observations les plu-

---

(¹) Voir, *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875, la Notice intitulée : *Défense de la loi des tempêtes*.

(²) Voir, *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1886, la Notice *Sur les treize tornados des 29 et 30 mai 1879*, p. 768.

précises montrent que, autour d'un cyclone dont le centre ne peut être déterminé autrement que par le minimum barométrique, le vent a toujours une composante dirigée vers le centre. *Voilà le fait..... Si ce fait est admis, et il a pour nous la clarté de l'évidence, toute théorie valable doit l'expliquer.*

» Je retiens cette dernière phrase pour l'appliquer à mon tour aux théories que l'on m'oppose. Quant à la question posée par M. Mascart, elle n'est pas si simple qu'il paraît le croire. Je dois à mon ancienneté comme météorologiste, car, sous ce rapport, je date de l'époque où la Météorologie se faisait presque uniquement dans nos observatoires, d'être assez bien au courant de l'histoire et de la marche de cette science. Ce n'est pas sur les indications du baromètre, mais par les seules flèches du vent que la nature cyclonique des tempêtes a été reconnue. Or le phénomène qui a été ainsi révélé aux hommes qui ont découvert les belles lois des tempêtes, c'est justement la circularité du mouvement de l'air. Leur procédé était bien simple pour déterminer le centre de la tempête : il consistait à porter sur une Carte les flèches de vent observées par les navigateurs à la même heure, en divers points, et à faire glisser sur la Carte un transparent couvert de circonférences concentriques, de manière à faire coïncider autant que possible ces flèches avec ces circonférences. Leur centre commun désignait alors le centre des girations, et la série de ces centres, déterminés de jour en jour, donnait la trajectoire de la tempête.

» Il est bien curieux de voir que, dès cette époque, les météorologistes qui n'avaient rien recueilli, rien observé, mais qui, depuis Franklin, étaient imbus de l'idée que toutes les tempêtes devaient être des phénomènes d'aspiration, réclamaient la composante centripète dont vient de parler M. Mascart et dont les vrais auteurs de la découverte ne se préoccupaient pas. Ces auteurs, peut-être embarrassés devant les réclamations des météorologistes, leur répondaient humblement : *Nous ne cherchons pas comment les tempêtes se forment, mais comment elles marchent*. Il est bien heureux qu'ils se soient dégagés des idées régnantes, autrement ils n'auraient rien trouvé du tout. Il est heureux aussi, il faut l'avouer, que leurs travaux aient porté sur des régions voisines des tropiques et non sur les nôtres ou sur les côtes de Norvège, parce qu'ils ont eu à étudier le phénomène cyclonique dans sa simplicité première. Plus près des pôles, les cyclones se déforment en se dilatant outre mesure, et parfois même se segmentent. Leur mouvement de translation est plus rapide et influe davantage sur la direction des flèches de vent. En un mot, le phénomène se complique alors d'influences qui n'ont aucun rapport avec une aspiration centrale.

» Vous voyez donc que, dès l'aurore de cette grande découverte, les météorologistes sont intervenus pour imposer leur stérile préjugé des tempêtes d'aspiration. Il leur fallait avant tout des spires convergentes, et, de fait, ils ont fini par en trouver là où le phénomène perd de sa netteté première.

» M. Mascart croit qu'il y a là un fait simple et décisif. Il n'en est rien : le seul fait parfaitement établi, c'est la circularité de tout cyclone à son origine ([1]); ce qu'il reste à étudier, ce sont les déformations qu'il subit plus tard dans sa marche vers nos latitudes.

» Mais ce qui est bien autrement frappant que ce détail de la composante plus ou moins centripète du vent dans les tempêtes déjà altérées, ce qui fait le plus grand honneur à notre siècle, c'est la découverte du mouvement régulier de translation des tempêtes. Nous cherchons seulement comment les tempêtes marchent, disaient alors les vrais auteurs de ce grand progrès, et ils sont parvenus ainsi à l'une des plus belles lois de la nature.

» C'est également une des plus glorieuses applications de la Science que celle qui consiste à tirer parti de ces lois pour signaler les tempêtes, trois ou quatre jours d'avance, de l'Amérique à l'Europe, par-dessus les 1500 lieues de l'océan Atlantique, sur l'hémisphère boréal, ou bien de l'île Maurice à l'île de la Réunion sur l'hémisphère austral. Eh bien! voici le cas d'appliquer la prescription de M. Mascart, que je citais tout à l'heure. Le transport régulier des tempêtes est un fait bien établi, qui a même pour lui l'éclatante confirmation d'une application courante : *toute théorie valable doit donc l'expliquer;* et, si la théorie des météorologistes ne l'explique pas, M. Mascart en aura lui-même proclamé d'avance la condamnation.

» Il serait vraiment pénible d'énumérer les efforts que les météorologistes ont faits en vain depuis une vingtaine d'années pour faire rentrer ce grand phénomène dans leurs théories. Toutes leurs tentatives ont échoué; il a bien fallu venir l'avouer devant le monde savant. C'est ainsi que l'auteur du plus récent Traité de Météorologie publié en Allemagne est forcé de dire, après 160 pages de discussions savantes sur la dynamique de l'atmosphère : *Concluons qu'aucune des théories que nous venons d'exposer ne suffit, à elle seule, pour expliquer complètement le mouvement de transla-*

([1]) Cette circularité des cyclones dans les régions intertropicales est d'autant plus frappante que c'est seulement dans ces régions qu'on devrait, d'après la théorie de l'aspiration, observer un mouvement presque exclusivement centripète.

tion des cyclones. Et il ajoute que l'examen qu'il vient de faire de ces théories ne lui permet pas de voir comment on pourrait les combiner ([1]).

» Et ce n'est pas ici sur un détail de mince et douteuse portée, comme la composante centripète dont parlait notre savant Confrère M. Mascart, qu'échoue la doctrine des météorologistes, c'est sur le fait le plus important, le plus significatif de toute la Science. A quoi donc devons-nous attribuer cet échec évidemment irrémédiable? C'est à l'erreur du point de départ de cette infortunée théorie.

» Non, l'origine des tempêtes n'est point en bas, au sein d'une atmosphère généralement calme, mais en haut, dans les vastes fleuves aériens qui coulent à grande vitesse bien au-dessus de nos têtes.

» Faisons maintenant la contre-partie, et voyons si ma théorie réussira, là où celle des météorologistes est forcée d'abdiquer. Et d'abord, examinons comment doivent se comporter les grands mouvements supérieurs de notre atmosphère. Tout le monde sait que l'air surchauffé qui s'élève dans les régions équatoriales se déverse ensuite vers les pôles. A cause de l'inégale distribution des continents et des mers, ce n'est pas en une nappe continue que s'opère ce déversement, mais en formant çà et là de vastes courants, des fleuves aériens comme ceux de la mer. Si la Terre était immobile, chaque courant marcherait par la ligne la plus courte, dans le sens de son méridien; mais la rotation de notre globe leur imprime une seconde courbure très prononcée. Or les masses d'air, que la chaleur solaire a fait monter avec leurs cirrus dans une couche supérieure, y arrivent avec une vitesse moindre de l'ouest à l'est. Elles doivent donc rester un peu en retard sur la rotation des parallèles qu'ils traversent, et leur mouvement résultant sera pour nous dirigé vers l'ouest, avec une composante vers le pôle qui se retrouvera partout, parce qu'elle est due à la hauteur de chute. Le même courant, chargé ordinairement de cirrus, arrivera bientôt dans une couche de même rotation : alors le mouvement aura simplement lieu vers le pôle. Mais, en descendant de plus en plus, pendant qu'en bas les alizés vont, en rasant le sol, vers l'équateur, il acquiert une vitesse de rotation constamment supérieure à celle des couches où il se meut. Il doit donc marcher à la fois vers l'est et vers le pôle. L'existence de pareils fleuves aériens animés d'une vitesse d'abord médiocre, mais croissante et marchant à certains moments du train d'un convoi express de chemin de fer,

---

([1]) *Lehrbuch der Meteorologie, im Auftrage der Direktion der deutschen Seewarte,* bearbeitet von Dr A. Sprung (1885), p. 270.

a été maintes et maintes fois constatée par divers genres d'observations et, en particulier, de la manière la plus directe par les aéronautes.

» Si maintenant on compare ces courants supérieurs aux trajectoires des cyclones sur les deux hémisphères, on est frappé de leur identité. Même mouvement vers l'ouest à l'origine, même mouvement vers le pôle à 35° de latitude, même mouvement vers l'est dans les zones tempérées avec la même composante vers l'un ou l'autre pôle pendant tout le trajet. Ainsi les trajectoires des cyclones sont la projection géométrique, sur le sol, des courants supérieurs. C'est donc dans ces fleuves supérieurs, qui d'ordinaire charrient les cirrus, que les cyclones prennent naissance.

» Et en effet des mouvements giratoires sont le propre de nos fleuves où règnent souvent d'un bord à l'autre de notables différences de vitesse. Là s'emmagasine, sous forme de girations, la force vive due à ces différences de vitesse. Or, dans nos rivières, des girations affectent une figure de cône renversé, à axe vertical; ils descendent parfois jusqu'au fond, jusqu'au lit sur lequel ils épuisent, par un affouillement rapide, la force vive accumulée en haut dans leur vaste entonnoir. De même les girations nées dans les courants supérieurs de l'atmosphère descendront jusqu'au sol et y marqueront leur passage rapide par des destructions de toute sorte. Quant aux cirrus, lorsqu'ils seront abondants et que les couches inférieures de l'atmosphère seront chaudes et humides, leur descente fera naître les averses violentes, les orages et la grêle (1), voire même les tornados inférieurs qui accompagnent les cyclones dans les régions tempérées (2).

» Ainsi la grande circulation aérienne conduit aux trajectoires des tempêtes et les explique; réciproquement, l'étude de ces trajectoires nous éclaire sur la nature et le rôle de ces courants supérieurs.

» Voilà bien succinctement l'exposé de ma théorie. C'est à l'Académie de juger si elle n'est pas trop au-dessous du problème grandiose qui se posait devant nous depuis trois quarts de siècle. »

---

(1) Voir, *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1877, la Notice *Sur les orages et sur la formation de la grêle*.

(2) Voir, *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1886, la Notice *Sur les treize tornados des* 29 *et* 30 *mai* 1879 *aux États-Unis*.

Réponse à M. Faye; par M. **Mascart.**

« Je suis très heureux que M. Faye ait bien voulu s'expliquer si nettement sur la question capitale de la direction du vent dans les cyclones.

» D'après mon éminent Confrère, le centre d'un cyclone ne doit pas être défini, comme je le croyais, par le minimum barométrique, mais en appliquant sur une carte un transparent couvert de cercles concentriques, de manière à faire coïncider autant que possible ces circonférences avec les flèches du vent. J'accepterais volontiers cette définition si elle donnait un point déterminé; malheureusement, les observations ne s'y prêtent pas davantage, et il est impossible de trouver un centre commun par une telle construction.

» Les cyclones auraient un mouvement *sensiblement* (pourquoi pas tout à fait?) circulaire à leur naissance et se déformeraient ensuite dans leur propagation. Mais alors les cyclones *déformés* que l'on observe en Amérique, sur l'Atlantique et en Europe, et dans lesquels le vent a une composante centripète si marquée, ne sont-ils plus des cyclones véritables, et pour ceux-là M. Faye admettrait-il que l'air ne descend pas?

» Je n'ai, en ce qui me concerne, aucune théorie à défendre et, par suite, aucune explication à donner sur la propagation des cyclones. Je constate seulement que la théorie de M. Faye conduit à une conséquence contraire aux faits les mieux observés depuis trente ans, même sous les tropiques.

» Mais c'est justement sur ces faits que nous ne sommes pas d'accord, puisque M. Faye les conteste et tient pour le mouvement circulaire : il paraît inutile alors d'aller plus avant dans la discussion. »

ASTRONOMIE. — *Note sur la mesure des plaques photographiques du passage de Vénus sur le Soleil de* 1882; par M. **Bouquet de la Grye.**

« Dans la séance du 19 octobre 1885, j'annonçais à l'Académie que, en exécution du programme approuvé par la Commission du passage de Vénus, je faisais commencer, dans la pièce située au pied du grand escalier de l'Institut, la mesure des plaques photographiques obtenues dans toutes les Missions et dont le nombre s'élevait à environ 700. Ce travail devait durer quinze mois.

» Le délai est aujourd'hui expiré, mais les mensurations sont achevées depuis deux mois, et elles ont porté non pas sur 700 plaques, mais sur 1019 qui toutes ont passé deux fois sur la machine, ce qui a donné un total de 400 000 pointés et de 500 000 lectures aux micromètres et aux échelles.

» Suivant les conseils qui m'avaient été donnés autrefois par M. Rutherfurd, le premier astronome qui se soit occupé de mesures de distances d'étoiles sur des plaques photographiques, l'atelier a été formé principalement de jeunes femmes, qui se relayaient toutes les heures aux microscopes des machines. Elles se sont rapidement mises au courant des détails du procédé, et nous avons pu obtenir des séries de dix heures de mesures consécutives, sans fatigue exceptionnelle, par suite de la variété des occupations, qui comprenaient des pointés, des lectures sous la dictée et des calculs.

» Lors de l'achèvement des mesures, les vis qui menaient les chariots des microscopes étaient usées : il a fallu les remplacer; mais, comme, dans les appareils construits par M. Brunner, les distances sont absolument indépendantes du pas de la vis, le *temps perdu,* qui a atteint une demi-spire, n'a aucunement altéré les résultats.

» Les calculs nécessaires pour l'utilisation des mesures sont très longs (ils doivent couvrir 32 000 feuilles de papier), mais une moitié est terminée, et, si le licenciement d'une partie du personnel de l'atelier, provoqué par la reprise de la pièce dite du passage de Vénus, a causé un temps d'arrêt, il n'empêchera pas leur achèvement, qui aura lieu probablement vers la fin de l'année. Les dépenses causées par un pareil travail, qui, je crois, est sans précédent, se maintiendront dans les limites du crédit accordé au commencement des opérations. »

PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence du sulfure de calcium;* par M. **Edmond Becquerel.**

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus* se trouve une Note de M. Verneuil, intitulée *Des causes déterminantes de la phosphorescence du sulfure de calcium,* qui renferme les résultats d'expériences très intéressantes, venant à l'appui, suivant l'auteur, des vues que j'avais émises sur l'influence que possèdent des matières étrangères pour changer l'état moléculaire du sulfure de calcium phosphorescent. Je crois donc qu'il est intéressant de rappeler quelques-uns des motifs qui m'avaient conduit à

penser que les modifications subies par ce composé pouvaient tenir à un changement d'état physique.

» Le sulfure de calcium, en effet, comme la plupart des composés du calcium, est phosphorescent, mais présente des différences selon sa préparation, quant à la durée, l'intensité et la réfrangibilité des rayons lumineux émis; alors même qu'en l'exposant à la lumière et en le rentrant dans une chambre noire, il ne manifeste aucun effet notable, il donne une émission lumineuse dans le phosphoroscope. Le sulfure de calcium pur, que vient de préparer M. Verneuil et dont il a bien voulu me remettre deux échantillons, se comporte, à cet égard, comme les sulfures que j'avais préparés antérieurement; il est faiblement lumineux dans le phosphoroscope quand il reçoit l'action des rayons solaires.

» Mais la durée de la phosphorescence de ce corps peut être beaucoup augmentée par la présence de matières étrangères ajoutées à la masse lors de sa préparation, bien que celles-ci soient très peu ou même point phosphorescentes; en même temps, l'intensité lumineuse est exaltée et la couleur des rayons émis se trouve modifiée. Cela résulte des observations que j'ai faites depuis longtemps et que je poursuis encore, et d'après lesquelles le sulfure de calcium, préparé à l'aide de la chaux de spath d'Islande, d'arragonite ou d'autres provenances, ou bien à l'aide de carbonate de chaux, matières auxquelles on mélange différents corps, notamment des sulfures métalliques, des sels à base de potasse ou de soude (persulfure de potassium, chlorure de sodium, hyposulfite de soude, etc.), donne des phosphores artificiels, à longue persistance, plus ou moins brillants et lumineux de diverses couleurs. Je citerai les effets produits par des traces de persulfure de potassium ou de peroxyde de manganèse ([1]) : avec le persulfure de potassium, on a une matière phosphorescente verte très vivement lumineuse; avec le peroxyde de manganèse on a une matière phosphorescente jaune orangé. L'addition de carbonate de lithine à la chaux lors de la préparation du sulfure, suivant l'observation de M. le Dr Strohl ([2]), conduit à une substance douée d'une phosphorescence verte très brillante d'une nuance tout à fait spéciale, et est encore un exemple à citer dans cet ordre de phénomènes. On doit observer que les sulfures de potassium, de manganèse et de lithium sont peu ou point lumineux.

» Les modifications temporaires que peuvent subir certaines prépara-

---

([1]) Ed. Becquerel, *La lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 226 et suivantes.

([2]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1098 (6 décembre 1886).

tions phosphorescentes par l'action de la chaleur viennent également à l'appui de l'hypothèse qui attribuerait les différentes nuances données par des préparations diverses d'un sulfure phosphorescent à des états physiques différents de ce sulfure. Ainsi, un des sulfures de calcium lumineux vert à la température ordinaire et préparé dans des conditions que j'ai indiquées ([1]), quand on élève sa température, déjà vers 100° devient phosphorescent bleu pour offrir une émission vive de lumière bleu violacé entre 200° et 300°, après l'action du rayonnement lumineux, pour reprendre de nouveau son pouvoir d'émission de lumière verte à la température ordinaire. Il devient donc temporairement capable d'émettre, en le chauffant, et après l'action préalable du rayonnement lumineux, des rayons de même réfrangibilité que ceux émis d'une manière permanente, à la température ordinaire, par du sulfure qui a été obtenu au moyen d'un autre mode de préparation.

» L'influence temporaire d'une température, peu élevée d'ailleurs, ne décomposant pas le sulfure et ne pouvant donner lieu qu'à un changement dans l'état physique du corps, on peut en inférer que des effets du même ordre peuvent se produire, mais alors d'une manière permanente, lors de la préparation du sulfure de calcium au moyen des différents procédés en usage.

» Du reste, une autre substance phosphorescente, le sulfure de strontium, préparé à l'aide de la strontiane caustique et du soufre, offre des changements encore plus grands, puisque, toujours après l'action préalable du rayonnement lumineux, à − 20° ce sulfure émet par phosphorescence une lumière bleu violacé; à + 40° il devient bleu clair, à 90° jaune verdâtre et à 150° orangé, pour reprendre à chaque température le pouvoir lumineux qui lui correspond. Ainsi ce sulfure, pris à diverses températures, reproduit temporairement après l'action lumineuse et successivement presque toutes les nuances prismatiques et, par conséquent, tous les effets que l'on obtient d'une manière permanente, à la température ordinaire, avec les préparations diverses de sulfure de strontium. »

([1]) *La lumière, ses causes et ses effets*, t. I, p. 389.

CHIMIE. — *Sur la fluorescence rouge de l'alumine.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« On a vu dans ce Recueil ([1]) que de l'alumine fortement calcinée, qui donne au vide une fluorescence bleuâtre, prend une coloration rouge dans le phosphoroscope. Il ne me semble pas toutefois que cette observation infirme l'hypothèse de la nécessaire présence du chrome pour l'obtention de la fluorescence rouge de l'alumine.

» En effet, le rouge obtenu dans le phosphoroscope avec l'alumine en question est bien faible relativement à celui que donne la terre moins purifiée (ou additionnée d'une trace de chrome) et traitée de la même façon.

» N'ayant pu obtenir le spectre de ce rouge peu intense, je ne saurais même pas affirmer que cette fluorescence est ou non identique avec celle des alumines chromifères ([2]).

» D'ailleurs, il ne serait pas impossible que la séparation du chrome et de l'alumine par distillation du Al^2Cl^6 n'eût pas encore été tout à fait rigoureuse, et aussi que divers corps étrangers (du chrome entre autres) eussent été apportés par l'acide sulfurique employé. Le peu de rouge ainsi produit se distinguerait mieux au phosphoroscope par suite de la séparation des fluorescences de durées inégales. Dans l'obscurité, une couleur assez pure, bien que non monochromatique, impressionne encore notablement l'œil, si la surface lumineuse possède quelque étendue, alors même que la dispersion de ses éléments la rend presque indiscernable au spectroscope.

» Afin d'éviter tout au moins les corps étrangers contenus dans l'acide sulfurique, j'ai fait l'essai suivant :

» Le Al^2Cl^6 (déjà distillé par M. Friedel sur un excès d'aluminium métallique) fut redistillé à température ménagée ; on fit dissoudre dans l'eau et l'on précipita par un excès d'ammoniaque. L'hydrate gélatineux fut

---

([1]) *Comptes rendus*, 7 février 1887, p. 334, et 21 février 1887, p. 478.

([2]) Une même alumine très rouge tant au vide que dans le phosphoroscope montre généralement avec le premier procédé la bande rouge notablement plus lumineuse que la raie étroite, tandis que celle-ci est beaucoup plus forte que la bande avec le second mode d'observation, ainsi, du reste, que cela se voit sur le dessin de M. Becquerel (*la Lumière*, t. I, *fig.* 39).

lavé, desséché et très fortement calciné. L'alumine obtenue est dure et compacte ; elle donne au vide un mélange de grains verdâtres et de grains violets. Le spectre est continu, avec maximum dans le vert. La raie étroite est invisible. Après cessation du courant induit, il y a fluorescence rémanente verte.

» Au phosphoroscope, à vitesse moyenne ou grande (1), la matière devient d'un rouge un peu plus marqué que celui de l'alumine du Al^2Cl^6 traitée par l'acide sulfurique et dont M. Becquerel avait bien voulu faire l'examen (2). Vu l'intensité relativement faible de la fluorescence, je n'ai pas réussi à en observer le spectre.

» Les lavages de l'alumine gélatineuse avaient été opérés sous cloche, mais on ne pouvait éviter d'y employer beaucoup d'eau distillée. La formation du reste de rouge dépend-elle des impuretés de cette eau ou de la chute accidentelle de poussières chromifères? Afin d'éviter presque entièrement l'introduction des impuretés, on tenta une nouvelle expérience.

» Le Al^2Cl^6 redistillé fut dissous dans le moins d'eau possible; on évapora et l'on calcina très fortement, sans aucune addition préalable d'acide sulfurique. L'alumine ainsi préparée produit au vide un violet bleu modérément lumineux qui fait bientôt place à du verdâtre (plus pâle) sur les points situés en face de l'électrode négative. Plus loin du centre d'action électrique, le violet persiste. Pas trace de bande ni de raie étroite rouges.

» Examinée au phosphoroscope (lumière solaire), cette même alumine donne seulement une très faible trace de phosphorescence blanchâtre, légèrement teintée de vert (3).

» Ici, le rouge ne se montre pas, même au phosphoroscope.

» J'ose surtout appeler l'attention sur la comparaison entre les effets obtenus avec l'alumine de l'alun ammoniacal (qu'on peut considérer comme le type de l'alumine donnant la fluorescence rouge attribuée à

---

(1) Pour une très petite vitesse de l'instrument, la fluorescence est verte et peu intense.

(2) L'alumine de l'alun, reprise par HCl, précipitée par AzH^3, lavée et très fortement calcinée, donne au phosphoroscope un rouge *incomparablement* plus intense avec raie étroite très vive.

(3) L'alumine de l'alun, dissoute dans un peu de HCl, produit au phosphoroscope (après dessiccation et très forte calcination) un beau rouge montrant brillamment la raie étroite moins réfrangible que C.

cette terre) et ceux que fournit l'alumine extraite du Al^2Cl^6 redistillé; ces deux substances étant chaque fois traitées identiquement.

» Cette comparaison ne me paraît pas défavorable à l'hypothèse que j'avais émise d'une relation de cause à effet entre la présence du chrome et la fluorescence rouge; car, plus on purifie l'alumine, plus le rouge s'atténue, tant au vide qu'au phosphoroscope; cette calcination disparaît même entièrement chez l'alumine qui semble devoir être le moins souillée de matières étrangères. D'autre part, il suffit d'ajouter une trace de Cr^2O^3 à l'alumine pour obtenir la belle fluorescence si exactement décrite par M. Becquerel dans son Ouvrage *la Lumière.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février 1887, à l'observatoire de Marseille.* Note de M. **E. Stephan**, transmise par M. Mouchez.

« Le tremblement de terre qui a produit, le mercredi 23 courant, des effets désastreux dans la haute Ligurie et même dans les Alpes-Maritimes, n'a été ressenti à Marseille qu'avec une très grande atténuation.

» A l'observatoire, j'ai éprouvé deux secousses ou plutôt deux séries de secousses : la première, dont la durée a été de une minute et demie environ, a pris fin à $5^h 55^m$ du matin; la deuxième, qui n'a duré qu'une quinzaine de secondes, est survenue dix minutes plus tard, à $6^h 5^m$ (1).

» La première série d'oscillations a été la plus intense : celles-ci semblaient dirigées du nord-ouest au sud-est, se succédant à deux ou trois dixièmes de seconde d'intervalle. Je juge seulement de cette vitesse d'après l'impression que j'ai conservée du rythme des mouvements des objets placés sur le marbre d'un meuble.

» Nos pendules astronomiques ont éprouvé un dérangement : celles de la salle méridienne, de l'équatorial et du télescope sont synchronisées par la pendule Fénon. Toutes les quatre sont au rez-de-chaussée. Le balancier des trois premières oscille du nord au sud, tandis que celui de la pendule Fénon oscille de l'est à l'ouest; la pendule de l'équatorial a été trouvée ar-

(1) Une personne de service croit qu'il y en a eu une troisième quelques instants après, mais je ne l'ai pas ressentie. Le concierge, qui habite le rez-de-chaussée, ne s'est aperçu de rien. Enfin, dans divers quartiers de la ville, à $8^h 15^m$ ou $8^h 30^m$, on a certainement constaté un nouvel ébranlement, mais personne ne l'a ressenti à l'observatoire.

rêtée, ce qui est déjà arrivé plusieurs fois sans cause exceptionnelle; les trois autres ont continué à marcher; mais, tandis que l'accord s'est maintenu entre la pendule de la salle méridienne et celle du télescope, la régulatrice Fénon est restée en retard de cinq secondes rondes sur les deux autres. Vérification faite, c'est la pendule Fénon qui a perdu les cinq secondes.

» Le balancement du terrain ayant eu lieu à peu près du nord au sud, le balancier de la pendule Fénon est venu frotter contre le bord sud de la fente, où il se meut avec assez peu de jeu, et la fourchette qui commande l'ancre aura été arrêtée dans son mouvement à plusieurs reprises. Malgré cet accident, la marche ultérieure de la pendule est demeurée à peu près la même qu'avant.

» Quant au cercle méridien, il n'a pas été dérangé de sa position d'une manière appréciable.

» En résumé, l'effet du tremblement de terre à Marseille s'est heureusement borné à peu de chose : l'amplitude des mouvements du sol a été très faible; car, en ville, il ne s'est produit nulle part de dégâts sérieux. En divers points, et à l'observatoire même, des pans de mur isolés et très instables sont demeurés debout. Cependant ce phénomène a été très remarquable par sa longue durée, et, d'après l'assertion de personnes fort âgées et peu impressionnables, je crois qu'il ne s'en est pas produit d'aussi intense dans cette région depuis une soixantaine d'années. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Fourneyron (*Étude théorique et pratique sur les progrès qui ont été réalisés depuis* 1880 *dans la navigation aérienne*). — MM. Phillips, Deprez, Bouquet de la Grye, Jurien de la Gravière et Lévy réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mangon et Sarrau.

Prix Lalande. — MM. Lœwy, Faye, Tisserand, Janssen et Wolf réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Bertrand.

Prix Valz. — MM. Lœwy, Faye, Tisserand, Janssen et Wolf réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Bertrand.

Prix Janssen (Astronomie physique). — MM. Janssen, Faye, Tisserand, Lœwy et Wolf réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Mouchez.

Grand prix des Sciences mathématiques (Étude de l'élasticité d'un ou de plusieurs corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique). — MM. Cornu, Fizeau, Sarrau, Bertrand et Jordan réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Hermite et Mascart.

Prix L. Lacaze (Physique). — MM. Bertrand, Cailletet et Debray réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Physique pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Faye et Lalanne.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux Mémoires de M. *Alfonso Cossa*, intitulés : « Ricerche sopra le proprietà di alcuni composti ammoniacali del platino » et « Sulla composizione della colombite di Craveggia in val Vigezzo ». (Présentés par M. Friedel.)

M. le général **Perrier** offre à l'Académie, au nom du Ministre de la Guerre, les Cartes suivantes, récemment publiées par le Service géographique de l'Armée et qui sont la suite des publications antérieures déjà offertes à l'Académie :

1° *Algérie au* $\frac{1}{50000}$: Feuilles de l'oued Malah, de Tablat, de Palestro, de Penthièvre ;

2° *Afrique au* $\frac{1}{2000000}$: Feuilles de Funchal, de Fez, de Kebalo, de Barderah, de Mougdieh ;

3° *France au* $\frac{1}{50000}$ (Carte d'essai) en couleurs : Feuilles de Saint-Hippolyte, de Saulxure ;

4° *France au* $\frac{1}{200000}$ en couleurs : Feuilles de Clermont-Ferrand, de Maubeuge.

M. A. **Houzeau**, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Villemin** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. Paul Bert.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Barnard (d 1887) et de la nouvelle planète* (265) *Palisa, faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiqué par M. Mouchez.

Dates. 1887.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	☄ — ✳. Ascension droite apparente.	Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s	′ ″	
Févr. 17	*a* 15175 Lal.	7	+2.14,35	−4.49,3	6:2
17	*b* Anonyme.	10,5	−0. 1,44	+3.54,3	4:4
24	*c* 765 W_2, 5^h.	9	+0.50,50	−2. 5,4	24:16
25	*d* 10097 Lal.	6,5	−2. 8,82	+0.59,8	9:6
27	*e* 9228-29 Lal.	8	+3.11,91	−4. 8,6	12:8

Positions des étoiles de comparaisons.

Dates. 1887.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Févr. 17........	*a*	7.41.27,69	+1,09	−12.23.56,8	−15,6	2 obs. mérid. Paris.
17........	*b*	7.43.14,74	+1,10	−12.27.37,4	−15,6	Rapportée à *a*.
24........	*c*	5.27.48,42	+0,37	+14.55.18,9	−10,0	$Weisse_2$.
25........	*d*	5.17.49,79	+0,31	+17.16.39,4	− 9,0	*C. des T.* ✶ occultées.
27........	*e*	4.49.29,85	+0,15	+21.23.30,0	− 7,4	2 obs. mérid. Paris.

Positions apparentes de la comète d 1887.

Dates. 1887.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Févr. 17......	12.28.40	7.43.43,13	$\bar{1}$,398	−12.29. 1,7	0,873
17......	12.56.58	7.43.14,40	$\bar{1}$,458	−12.23.58,7	0,866
24......	8. 8.58	5.28.39,29	$\bar{1}$,002	+14.53. 3,5	0,695
25......	7.39.20	5.15.41,28	$\bar{2}$,900	+17.17.30,2	0,666
27......	9.10.32	4.52.41,91	$\bar{1}$,445	+21.19.14,0	0,662

» *Remarques.* — L'☆ anonyme *b* a été rapportée, avec l'équatorial, à l'☆ *a*; le 27 février, par 6:4 comparaisons, j'ai obtenu

Æ..................	☆ *b* — ☆ *a*	$= + 1^m 47^s,05$
Déclinaison..........	»	$= - 3' 40'',6$

» Février 24, à $8^h 24^m$, temps moyen de Paris. Cette comète est une nébulosité ronde, de $2',5$ de diamètre, dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 13e grandeur; la partie centrale est légèrement plus brillante, et il y a au moins deux petites condensations très faibles, mais d'aspect assez stellaire, situées à peu près sur le même parallèle et distantes de $15''$ environ. La présence de ces deux condensations rend les passages assez incertains.

» Quant à la planète (265), le 28 février, elle occupait la position suivante, à $8^h 55^m 41^s$ t. m. P.,

Æ app........ $10^h 26^m 55^s,62$ Décl. app..... $+ 7° 22' 39'',3$

Cette planète, de grandeur 12,5-13, découverte par M. Palisa, le 25 février, est très remarquable par son rapide mouvement en Æ, mouvement qui est de $- 1^m 40^s$, c'est-à-dire double des valeurs ordinaires pour les autres astéroïdes. Comme cette planète est presque exactement en opposition, elle doit être relativement voisine de la Terre et pourrait à l'avenir être employée très avantageusement pour la détermination de la parallaxe solaire. »

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle méthode permettant de déterminer la parallaxe du Soleil à l'aide de l'observation photographique du passage de Vénus.* Note de M. **Obrecht**, présentée par M. Cornu.

« Lorsqu'on représente les valeurs simultanées de la distance des centres et du temps par les coordonnées d'un point, on obtient, dans chaque station, une courbe qui se rapproche sensiblement d'une branche d'hyperbole. Quelle que soit la nature de cette courbe, on conçoit qu'un simple dessin, ou le calcul numérique équivalent, puisse fournir la valeur la plus probable de la plus courte distance des centres, et il est inutile, pour cela, de faire usage des Tables du Soleil et de Vénus. Soient

A la plus courte distance obtenue dans une station;
A_0 celle qui se rapporte à l'observateur placé au centre de la Terre;

π la parallaxe du Soleil;

a un coefficient numérique fonction des coordonnées géographiques de la station et des positions respectives du Soleil, de la Terre et de Vénus.

On peut écrire (¹) pour deux stations

$$A = A_0 + a\pi, \qquad A' = A_0 + a'\pi,$$

d'où, en retranchant membre à membre,

$$A' - A = (a' - a)\pi.$$

» La plus courte distance A_0 qui se rapporte au centre de la Terre est ainsi éliminée complètement; il en est de même, par suite, des erreurs des Tables, car ces erreurs ne peuvent affecter la valeur du coefficient $(a' - a)$ (²); on voit donc que, pour obtenir la parallaxe, il suffit, dans chaque station, de déterminer, à l'aide des mesures effectuées, la valeur de la plus courte distance et de calculer, pour chacune d'elles, le coefficient a.

» Ces considérations très simples, qui m'ont été suggérées par M. Cornu (³), conduisent à une méthode de discussion toute différente de celle qu'avait indiquée M. Puiseux. Au lieu de former, pour chaque mesure isolée, une équation de condition où figurent la correction de parallaxe, les erreurs des Tables, l'erreur de la longitude géographique de la station et celle de la somme des demi-diamètres du Soleil et de Vénus, on considère à part les observations d'une station et l'on en déduit la valeur la plus probable de la plus courte distance des centres. On la compare ensuite à celle qui lui correspond au centre de la Terre, et, en répétant la même

---

(¹) On aurait, plus rigoureusement,

$$A = A_0 + F(\pi);$$

cette fonction s'annule pour $\pi = 0$: on peut donc la développer ainsi

$$F(\pi) = \pi[a_0 + a_1(\pi \sin 1'') + \ldots].$$

Le facteur $\pi \sin 1''$ qui figure dans la parenthèse est de l'ordre de $\frac{1}{20000}$, et, comme on démontre que les coefficients a_0, a_1, ... n'atteignent pas trois unités, on voit qu'on peut réduire le développement au premier terme.

(²) Ce coefficient ne dépasse pas, en effet, trois ou quatre unités en général, et, pour obtenir π à $0'',01$ près, il faut calculer $a' - a$ à 0,001 près environ, ce qui, pour les angles qui figurent dans ce coefficient, équivaut à quelques minutes. Les erreurs des Tables n'ont donc aucune influence sensible.

(³) Cette méthode géométrique, dont il est ici question, avait été établie dans la Sous-Commission du passage de Vénus de 1874 par MM. Fizeau et Cornu.

opération pour les différentes stations, on obtient, pour chacune d'elles, une équation de condition où ne figurent plus que deux inconnues : la parallaxe cherchée et une erreur provenant des Tables; cette erreur a le même coefficient pour toutes les stations et disparaît par simple différence.

» On trouve aisément l'équation de la courbe qui, dans une station donnée, représente la loi de variation de la distance des centres avec le temps; il suffit de remarquer que, pendant la durée du passage, le mouvement apparent du centre de Vénus sur le disque du Soleil est sensiblement rectiligne et uniforme. Soient alors

D la distance des centres au temps t (temps moyen du lieu);
A la distance minimum;
T l'époque de ce minimum (temps moyen du lieu);
V la vitesse de translation moyenne du centre de Vénus sur la corde qu'elle décrit;
$f(t)$ une correction provenant de ce que le mouvement apparent n'est pas rigoureusement rectiligne et uniforme ([1]).

» On a

$$D = \sqrt{A^2 + V^2(t - T)^2} + f(t).$$

» On voit que, si l'on affecte les valeurs observées de D de la correction très petite $f(t)$, la relation entre D et t est représentée par une branche d'hyperbole ayant un axe dirigé suivant l'axe des temps; trois paramètres suffisent dans ce cas pour déterminer la forme de la courbe, et ces trois paramètres sont définis par les trois constantes qui figurent dans la formule : A et T coordonnées du sommet, et $V^2 : A$ courbure en ce point.

» En appliquant cette équation à chacune des distances observées dans une station, on peut déterminer la valeur la plus probable de la plus courte distance A et, en outre, les valeurs des constantes V et T. Chacune de ces nouvelles constantes peut encore être comparée avec celle qui lui correspond au centre de la Terre et fournir ainsi deux nouvelles équations de condition pouvant servir à la détermination de la parallaxe.

([1]) Cette correction est nulle vers le milieu du passage et atteint son maximum aux extrémités de la corde; lorsque l'observateur est supposé placé au centre de la Terre, ce maximum est de l'ordre de $0'',01$, et par conséquent négligeable; dans les autres cas il atteint à peine $1''$ à $2''$. On peut calculer cette fonction avec une valeur provisoire de la parallaxe, et sa valeur peut être néanmoins considérée comme rigoureusement exacte si l'on a égard à sa petitesse.

» On peut écrire, en effet, comme précédemment,

$$T = (T_0 + L) + \gamma\pi, \qquad V = V_0 + \nu\pi$$

[T_0 est exprimé en temps moyen de Paris et L est la longitude est de la station, γ et ν sont deux coefficients numériques (¹)], et la comparaison des valeurs obtenues dans deux stations permettra encore d'éliminer ce qui se rapporte au centre de la Terre.

» On voit cependant que la comparaison des valeurs de T sera entachée des erreurs de la longitude géographique des stations, et cette circonstance fait ressortir un des avantages de la nouvelle méthode, en ce sens que la valeur de la plus courte distance peut se déterminer indépendamment de celle de T et n'est pas, par suite, affectée de l'erreur de longitude.

» Il y a enfin une remarque intéressante à faire à l'égard de la vitesse V; on conçoit que la vitesse V_0, qui se rapporte à l'observateur placé au centre de la Terre, puisse être obtenue avec la plus haute précision; c'est en effet une fonction très simple des moyens mouvements de la Terre et de Vénus, et sa valeur est relativement d'autant plus précise qu'on ne la considère que pendant un intervalle de quelques heures. Il en résulte qu'on peut déterminer la parallaxe avec les observations d'*une seule station* en comparant la vitesse apparente observée à celle qui peut être calculée pour le centre de la Terre, et l'on trouve que le coefficient ν a pour valeur $\frac{3}{4}$ environ lorsque l'unité de temps est l'heure moyenne.

» Dans une prochaine Communication, j'indiquerai comment, dans la pratique, on peut calculer les valeurs les plus probables des trois constantes A, V, T, et j'appliquerai la nouvelle méthode aux mesures faites pendant le passage de 1874 par la Commission française. »

ASTRONOMIE. — *Note additionnelle sur la mesure de l'aberration;* par M. **J.-C. Houzeau.**

« Les remarques de M. Lœwy (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 396), au sujet de la Note que j'avais adressée à l'Académie dans la séance du 31 jan-

(¹) Les trois coefficients a, ν, γ ont une signification géométrique très simple : si, à l'époque T_0, on considère un système de trois axes rectangulaires passant par le centre de la Terre, Ox étant dirigé vers le Soleil et yOx étant l'écliptique, xyz les coordonnées d'une station, on trouve que a est sensiblement proportionnel à z, γ à y et ν à x.

vier dernier, reposent sur une erreur matérielle. La disposition que j'ai proposée en 1871 revient à celle d'un sextant à ouverture fixe. Les mots *le procédé du sextant* sont employés dans mon Mémoire à titre de comparaison. Or, dans un sextant dont l'ouverture est constante, si deux étoiles ont été vues en coïncidence, on pourra toujours superposer de nouveau les images, chaque fois qu'on le voudra, pourvu que la distance angulaire des deux astres ne change pas. Si, au contraire, cette distance varie légèrement, au lieu d'une superposition des images, on n'aura plus qu'une appulse, et l'on pourra mesurer l'écart. L'objection d'images instables qui se fuiraient, sur laquelle M. Lœwy fonde son argumentation, ne s'applique donc pas. D'ailleurs, comment est-il possible de m'opposer les effets de vitesses diurnes inégales, lorsque j'ai traité notamment le cas de deux étoiles situées l'une et l'autre dans l'équateur?

» Quant à l'analogie entre la discussion du problème dans le travail récent de M. Lœwy (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 455) et dans mon Mémoire de 1871 (*Mémoires de l'Académie de Belgique*, t. XXXVIII), je laisse aux astronomes à l'apprécier. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces applicables.* Note de M. E. **Amigues.**

« Lorsque deux surfaces applicables seront réglées l'une et l'autre et que les génératrices rectilignes se correspondront, nous dirons que ces surfaces sont *rectilignement applicables.*

» De cette définition résultent les théorèmes suivants :

» 1° Une surface développable étant donnée, et son arête de rebroussement étant représentée par les équations

$$R = f(s),$$
$$r = \varphi(s),$$

dans lesquelles s est la longueur de l'arc, depuis un point fixe A pris sur cette courbe jusqu'à un point variable m de la même courbe, R le rayon de courbure au point m, et r le rayon de torsion en ce même point, si l'on veut toutes les surfaces rectilignement applicables, il n'y a qu'à prendre les courbes définies par les équations

$$R = f(s),$$
$$r = \psi(s),$$

ψ étant une fonction arbitraire de s et les variables s, R, r ayant la même signification que plus haut. Les tangentes à chacune de ces courbes engendreront chacune des surfaces cherchées.

» En particulier, si l'on a

$$\psi(s) = 0,$$

on obtient un plan. Toute surface développable est donc *rectilignement applicable* sur un plan.

» 2° Pour que deux surfaces gauches soient rectilignement applicables, il faut et il suffit que les génératrices se correspondent deux à deux de manière que deux génératrices correspondantes quelconques coupent les lignes de striction sous le même angle et aient le même paramètre de distribution; en outre, que deux couples quelconques de génératrices correspondantes interceptent des arcs égaux sur les lignes de striction (les lignes de striction se correspondent nécessairement).

» 3° L'équation générale des surfaces gauches rectilignement applicables sur une surface gauche donnée contient une fonction arbitraire.

» 4° L'équation d'une surface gauche rectilignement applicable sur une surface gauche donnée et dont la ligne de striction soit plane s'obtient par une simple quadrature.

» Si, par exemple, on cherche les surfaces gauches dont la ligne de striction soit plane et qui soient applicables sur la surface gauche de révolution représentée par l'équation

$$\frac{x^2+y^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1,$$

on trouve, pour représenter ces surfaces, les équations suivantes entre les coordonnées x, y, z et les variables auxiliaires s et l :

$$x = x_0 + \frac{s}{\sqrt{1+h^2}} + \frac{l}{\sqrt{a^2+c^2}\sqrt{1+h^2}}\left(-a \quad + ch\cos\frac{s-s_0}{c}\right),$$

$$y = y_0 + \frac{hs}{\sqrt{1+h^2}} + \frac{l}{\sqrt{a^2+c^2}\sqrt{1+h^2}}\left(-ah - c \quad \cos\frac{s-s_0}{c}\right),$$

$$z = \frac{cl}{\sqrt{a^2+c^2}}\sin\frac{s-s_0}{c}.$$

» Le plan de la courbe de striction a été pris pour plan des xy.

» Bien que $x_0 y_0$ et h soient des constantes arbitraires, il est clair que les diverses surfaces obtenues sont superposables.

» Ainsi, il n'y a qu'une surface gauche à ligne de striction plane qui soit rectilignement applicable sur une surface gauche de révolution donnée. La

ligne de striction est rectiligne, toutes ses génératrices rectilignes coupent cette ligne sous le même angle et ont même paramètre de distribution.

» *Remarque*. — Les résultats qui précèdent ont été obtenus en appliquant aux surfaces réglées la méthode de Gauss, relative aux surfaces quelconques (*Disquisitiones generales circa superficies curvas*). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le produit de deux sommes de huit carrés.* Note de M. **X. Antomari**, présentée par M. G. Darboux.

« Nous nous proposons de donner une démonstration nouvelle du théorème suivant :

» *Le produit de deux sommes de huit carrés est une somme de huit carrés.*

» Pour cela, nous partons de l'identité

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &(a_1x_1+a_2x_2+a_3x_3+a_4x_4)(b_1y_1+b_2y_2+b_3y_3+b_4y_4)\\ &\quad-(a_1y_1+a_2y_2+a_3y_3+a_4y_4)(b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+b_4x_4)\\ &\quad=(a_1b_2)(x_1y_2)+(a_1b_3)(x_1y_3)+(a_1b_4)(x_1y_4)\\ &\quad\quad+(a_2b_3)(x_2y_3)+(a_4b_2)(x_4y_2)+(a_3b_4)(x_3y_4),\end{aligned}\right.$$

où l'une quelconque des expressions de la forme $(\alpha_i\beta_j)$ représente le déterminant $\alpha_j\beta_j-\beta_i\alpha_j$.

» Nous avons, d'ailleurs, les relations bien connues

$$(a_1b_2)(a_3b_4)+(a_2b_3)(a_1b_4)+(a_1b_3)(a_4b_2)=0,$$
$$(x_1y_2)(x_3y_4)+(x_2y_3)(x_1y_4)+(x_1y_3)(x_4y_2)=0.$$

» Si nous ajoutons les premiers membres de ces identités au second membre de l'identité (1), nous obtenons

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} \sum_{i=1}^{i=4}a_ix_i\sum_{i=1}^{i=4}b_iy_i=&\sum_{i=1}^{i=4}a_iy_i\sum_{i=1}^{i=4}b_ix_i\\ &+[(a_1b_2)+(x_3y_4)][(x_1y_2)+(a_3b_4)]\\ &+[(a_2b_3)+(x_1y_4)][(x_2y_3)+(a_1b_4)]\\ &+[(a_1b_3)+(x_4y_2)][(x_1y_3)+(a_4b_2)],\end{aligned}\right.$$

et, en posant

$$\begin{array}{llll} a_1=\alpha_1+i\alpha_2, & x_1=\alpha_1-i\alpha_2, & b_1=\beta_1+i\beta_2, & y_1=\beta_1-i\beta_2,\\ a_2=\alpha_3+i\alpha_4, & x_2=\alpha_3-i\alpha_4, & b_2=\beta_3+i\beta_4, & y_2=\beta_3-i\beta_4,\\ a_3=\alpha_5+i\alpha_6, & x_3=\alpha_5-i\alpha_6, & b_3=\beta_5+i\beta_6, & y_3=\beta_5-i\beta_6,\\ a_4=\alpha_7+i\alpha_8; & x_4=\alpha_7-i\alpha_8; & b_4=\beta_7+i\beta_8; & y_4=\beta_7-i\beta_8,\end{array}$$

le premier membre de l'identité (2) devient

$$\sum_{i=1}^{i=8}\alpha_i^2\sum_{i=1}^{i=8}\beta_i^2,$$

tandis que le second membre devient une somme de huit carrés.

C. Q. F. D.

» Rappelons que l'on peut, au moyen de ce théorème, imaginer une règle de multiplication des quantités complexes dans l'espace à huit dimensions, analogue à la règle de multiplication des quaternions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème sur les complexes linéaires.* Note de M. V. JAMET, présentée par M. Poincaré.

« On connaît depuis longtemps des courbes jouissant de la propriété suivante : « Tous les plans osculateurs aux points où une telle courbe est rencontrée par un plan π rencontrent le plan π en un même point P. Et si le plan π tourne autour d'une droite, le point P décrira une autre droite. »

» M. Reye a démontré que l'hélice jouit de cette propriété (*Bulletin* de M. Darboux, 1870, t. I, p. 276). M. Appell, dans sa thèse de doctorat (*Annales de l'École Normale supérieure,* 1876), l'a démontrée à l'égard des cubiques gauches; et, plus généralement, on conçoit que toute ligne asymptotique d'une surface réglée, dont les génératrices rencontrent deux droites fixes D, Δ, jouit, relativement à ces deux droites, de la propriété énoncée; car les plans osculateurs à cette ligne, aux points où elle est rencontrée par un plan passant par D, sont en même temps tangents à la surface et, par conséquent, contiennent les génératrices passant par ces divers points : celles-ci rencontrent la droite Δ au point où elle coupe le plan considéré.

» Je me propose de démontrer une propriété commune à de telles courbes, propriété qu'on peut énoncer comme il suit :

» Si tous les plans, osculateurs à une courbe S, aux points où celle-ci est rencontrée par un plan passant par une droite fixe D, concourent en un même point situé dans ce plan et sur une droite fixe Δ, toutes les tangentes à cette courbe font partie d'un complexe linéaire; par rapport à ce complexe, les deux droites D, Δ sont polaires réciproques l'une de l'autre.

» Soient, en effet, $X = 0$, $Y = 0$ les équations de deux plans renfermant la droite D; $Z = 0$, $U = 0$ les équations de deux plans renfermant la droite Δ; x, y, z, u les coordonnées, par rapport à ces quatre plans, d'un point situé sur la courbe considérée; le plan osculateur à la courbe, en ce point, est représenté par l'équation

$$\begin{vmatrix} X & Y & Z & U \\ x & y & z & u \\ dx & dy & dz & du \\ d^2x & d^2y & d^2z & d^2u \end{vmatrix} = 0,$$

dans laquelle X, Y, Z, U désignent les coordonnées courantes.

» Ce plan rencontre la droite Δ en un point situé dans le plan dont l'équation est

$$\begin{vmatrix} X & Y & 0 & 0 \\ x & y & z & u \\ dx & dy & dz & du \\ d^2x & d^2y & d^2z & d^2u \end{vmatrix} = 0,$$

et, pour que celui-ci coïncide avec le plan passant par la droite D et le point x, y, z, u, il faut que

$$\begin{vmatrix} x & y & 0 & 0 \\ x & y & z & u \\ dx & dy & dz & du \\ d^2x & d^2y & d^2z & d^2u \end{vmatrix} = 0$$

ou que

$$\begin{vmatrix} x & y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & z & u \\ dx & dy & dz & du \\ d^2x & d^2y & d^2z & d^2u \end{vmatrix} = 0.$$

» Cette équation se développe comme il suit :

$$(y\,d^2x - x\,d^2y)(z\,du - u\,dz) - (u\,d^2z - z\,d^2u)(x\,dy - y\,dx) = 0.$$

» On en déduit

$$d\left(\frac{y\,dx - x\,dy}{z\,du - u\,dz}\right) = 0,$$

d'où

$$y\,dx - x\,dy = k(z\,du - u\,dz).$$

» Cette équation, où k désigne une constante, démontre la proposition énoncée. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'entropie.* Note de M. **Félix Lucas.**

« Prenant pour abscisse et pour ordonnée le volume V et la pression par unité de surface P d'un corps quelconque, traçons deux lignes isothermiques, caractérisées par les températures t et t', et deux lignes adiabatiques, caractérisées par les paramètres μ et μ'. Nous déterminerons ainsi un quadrilatère de Carnot; affectons l'indice 1 au sommet gauche supérieur (t, μ) et les indices 2, 3, 4 aux autres sommets (t, μ'), (t', μ'), (t', μ).

» La quantité de chaleur Q que le corps exige pour l'évolution réversible correspondant au segment isothermique (1, 2) dépend des trois variables indépendantes μ, μ', t; on a donc

$$Q = \chi(\mu, \mu', t), \tag{1}$$

χ désignant une fonction inconnue qui dépend de la nature du corps considéré. On trouve analoguement

$$Q' = \chi(\mu, \mu', t') \tag{2}$$

pour l'évolution réversible correspondant au segment isothermique (4, 3).

» Le parcours du quadrilatère dans le sens du mouvement des aiguilles de la montre, en partant du sommet 1 pour revenir au point de départ et en supposant satisfaites les conditions de réversibilité du cycle, détermine le coefficient économique

$$\frac{Q - Q'}{Q} = 1 - \frac{\chi(\mu, \mu', t')}{\chi(\mu, \mu', t)} \tag{3}$$

qui, d'après le théorème de Carnot, doit être seulement fonction des températures t et t'. On a donc nécessairement

$$\chi(\mu, \mu', t) = \psi(\mu, \mu')\varphi(t), \tag{4}$$

φ désignant une fonction indépendante de la nature du corps évoluant. La formule (3) se réduit alors à

$$\frac{Q - Q'}{Q} = 1 - \frac{\varphi(t')}{\varphi(t)}. \tag{5}$$

» Pour que des intervalles de température égaux donnent naissance à des valeurs égales du coefficient économique, il faut et il suffit que le rapport de $\varphi(t)$ à $\varphi(t')$ soit une fonction de la différence $(t - t')$; cette observation détermine la forme analytique de la fonction φ et conduit à poser

$$\varphi(t) = e^{\beta t}. \tag{6}$$

» On a, par conséquent,

$$\frac{Q - Q'}{Q} = 1 - e^{-\beta(t-t')}, \tag{7}$$

formule que j'avais précédemment obtenue en ayant recours à l'évolution d'un gaz parfait ([1]).

» Supposons maintenant $t' = t + dt$ et $\mu' = \mu + d\mu$, de manière à rendre infinitésimal le quadrilatère (1, 2, 3, 4). La diagonale (1, 3) définit une transformation réversible infinitésimale quelconque qui exige une absorption de chaleur dQ. La surface du quadrilatère étant un infiniment petit du second ordre, on peut, pour calculer dQ, substituer l'élément isothermique (1, 2) à la diagonale (1, 3). On trouve ainsi, d'après les formules (4) et (6),

$$dQ = \psi(\mu, \mu + d\mu) e^{\beta t}, \tag{8}$$

soit, en remarquant que $\psi(\mu, \mu')$ est identiquement nul,

$$dQ = \left[\frac{d\psi(\mu, \mu')}{d\mu'}\right]_{\mu'=\mu} e^{\beta t} d\mu. \tag{9}$$

» Le coefficient de $e^{\beta t} d\mu$ étant une fonction de la seule variable μ, nous pouvons écrire l'équation (9) sous la forme

$$\frac{dQ}{e^{\beta t}} = dF(\mu). \tag{10}$$

» En remplaçant μ (caractéristique d'une ligne adiabatique) par la fonction de V et de P qui doit lui être égale, nous transformerons $F(\mu)$ en une fonction S de ces deux mêmes variables. Cette *entropie* S est définie par l'équation différentielle

$$\frac{dQ}{e^{\beta t}} = dS. \tag{11}$$

([1]) *Solution du problème des températures;* Gauthier-Villars.

» Lorsqu'il s'agit d'un gaz parfait, on peut donner à son entropie une des trois formes suivantes :

$$(12)\quad \begin{cases} S = \dfrac{AP_0V_0}{m-1}\log\text{nép.}\dfrac{PV^m}{P_0V_0^m} + \text{const.}, \\ S = AP_0V_0\left(\dfrac{\beta t}{m-1} + \log\text{nép.}\dfrac{V}{V_0}\right) + \text{const.}, \\ S = AP_0V_0\left(\dfrac{m\beta t}{m-1} - \log\text{nép.}\dfrac{P}{P_0}\right) + \text{const.} \end{cases}$$

» Par conséquent, *lorsque l'échauffement d'un gaz a lieu soit sous volume constant, soit sous pression constante, l'accroissement de son entropie est proportionnel à l'accroissement de sa température vraie.*

» On voit aussi que, pour un même accroissement de température à partir d'une même température, le rapport des accroissements des entropies, sous pression constante et sous volume constant, est égal au coefficient de détente m. »

CHIMIE. — *Des coefficients d'affinité chimique.* Note de MM. **P. Chroustchoff** et **A. Martinoff**, présentée par M. Berthelot.

« On sait que Berthollet avait énoncé, dans une première ébauche d'une théorie générale des transformations chimiques, la règle suivante :

» *Les actions chimiques des corps sont simplement proportionnelles aux nombres présents de leurs équivalents.*

» Des recherches expérimentales entreprises par Debus, Bunsen, Malagutti, Chizynski, Morris, etc., ont amené plusieurs chimistes à constater des lois bien plus compliquées, auxquelles serait assujetti le phénomène de la transformation. On a cru pouvoir arriver à reconstituer la règle de Berthollet en introduisant certains coefficients, qu'on a désignés du nom de *coefficients d'affinité chimique.* Ces coefficients numériques donneraient même la mesure de l'affinité propre aux différents corps. Les recherches classiques de M. Berthelot ont toutefois démontré qu'une des formes de ces coefficients d'affinité, forme particulière connue sous le nom d'*avidité* des acides pour les bases, ne possédait pas le caractère d'une vraie constante. Ces conclusions importantes de M. Berthelot nous ont amenés à faire la revision expérimentale de l'une des méthodes par lesquelles on avait cru pouvoir déterminer ces coefficients.

» Le principe de la méthode, dont Debus s'était servi pour la première fois, est le suivant : on dissout deux sels (par exemple $CaCl^2$ et $MgCl^2$) dans de l'eau, puis on y ajoute une substance capable de produire un précipité avec les deux sels dissous (par exemple de l'acide phosphorique ammoniacal); la substance étant prise en quantité insuffisante pour précipiter la totalité des deux sels, on déduit de l'analyse du précipité mixte la valeur numérique des coefficients de partage entre l'acide et les deux bases. En parcourant les détails des expériences instituées d'après ce principe, nous avons cru entrevoir la superposition de plusieurs phénomènes, simultanés ou consécutifs, accompagnant la formation des précipités mixtes. Voici les expériences que nous avons faites dans le but d'élucider cette question.

» I. *Expériences analytiques.* — Nous avons recherché les conditions dans lesquelles se produisent les précipités mixtes, et déterminé leurs compositions, pour deux groupes de sels : 1° avec les mélanges de $SrCl^2$, $BaCl^2$ et K^2SO^4; 2° avec les mélanges de K^2SO^4, K^2CrO^4 et $BaCl^2$. Tous les sels employés ont été rigoureusement purifiés et analysés. Le mélange d'une solution de $BaCl^2 + SrCl^2$ avec une solution de K^2SO^4 a été produit de différentes manières : tantôt en versant lentement le sulfate dans les chlorures, tantôt par un procédé inverse, mais toujours en agitant vivement les liqueurs de façon à obtenir un mélange rapide. Les liqueurs définitives (y compris les précipités) contenaient 1,5 pour 100 à 2 pour 100 de sels. La séparation des liqueurs d'avec les précipités formés a été effectuée après un contact d'une durée variable. Le contact le plus court (cinquante minutes environ) était celui où l'on a procédé à la filtration immédiatement après la formation définitive du précipité.

» Avec les systèmes qui donnent lieu à une formation de sulfates insolubles ($BaSO^4 + SrSO^4$), nous avons obtenu des précipités contenant 97 pour 100 de $BaSO^4$ et 3 pour 100 de $SrSO^4$, ou bien 77 pour 100 de $BaSO^4$ et 23 pour 100 de $SrSO^4$, pour un contact prolongé et selon l'ordre du mélange; ou des précipités contenant 90 pour 100 de $BaSO^4$ et 10 pour 100 de $SrSO^4$, ou bien 65 pour 100 de $BaSO^4$ et 35 pour 100 de $SrSO^4$, pour un contact court et selon l'ordre dans lequel on effectuait le mélange. Avec les systèmes qui donnent lieu à une formation de précipités barytiques ($BaSO^4 + BaCrO^4$), nous avons trouvé une composition très voisine de 50 pour 100 de $BaSO^4$ et 50 pour 100 de $BaCrO^4$, ou bien de 45 pour 100 de $BaSO^4$ et 55 pour 100 de $BaCrO^4$, selon l'ordre dans lequel les liqueurs avaient été mélangées.

» Les réactions entre les différents sels, dont se composaient les systèmes étudiés, ont été reproduites alors avec les sels isolés. Ainsi nous avons trouvé que le $SrSO^4$ est *complètement* converti en $BaSO^4$ par une solution de $BaCl^2$ après quelques heures de contact, et que cent trente-sept minutes de contact suffisent pour une transformation de 50 pour 100 environ, dans des conditions pareilles à celles qui présidaient aux précipitations de sels mélangés. D'autre part, environ 12 pour 100 de $BaSO^4$ sont convertis en $BaCrO^4$ par un contact de quarante-sept minutes avec une solution de $K^2SO^4 + K^2CrO^4$, tandis que 1,5 pour 100 seulement de $BaCrO^4$ se transforme en $BaSO^4$ au contact d'une solution de $K^2SO^4 + K^2CrO^4$, pendant le même temps. Les transformations de $BaCrO^4$ en $BaSO^4$, et inversement de $BaSO^4$ en $BaCrO^4$, sont donc lentes en comparaison de la réaction entre $SrSO^4$ et $BaCl^2$. De plus, elles sont limitées : elles n'arrivent qu'à 17 pour 100 et 22 pour 100 dans le courant de quarante à quarante-cinq heures, devenant alors déjà excessivement lentes.

» II. *Expériences thermiques.* — Nous réunissons les principaux résultats dans le Tableau suivant, où chaque donnée est une moyenne de plusieurs mesures calorimétriques :

$SrCl^2$(diss.) + K^2SO^4(diss.)	$+ 885^{cal}$	à 7°-8° C.
$BaCl^2$(diss.) + K^2SO^4(diss.)	+6850	»
$BaCl^2$(diss.) + $SrCl^2$(diss.) + K^2SO^4(diss.)	+5000	»
$SrCl^2$(diss.) + K^2SO^4(diss.)	— 500	à 20° C.
$BaCl^2$(diss.) + K^2SO^4(diss.)	+5300	»
$BaCl^2$(diss.) + $SrCl^2$(diss.) + K^2SO^4(diss.)	+4000	»
$BaCl^2$(diss.) + K^2CrO^4(diss.)	+6800	à 22° C.
$BaCl^2$(diss.) + K^2SO^4(diss.)	+5100	»
$BaCl^2$(diss.) + K^2CrO^4(diss.) + K^2SO^4(diss.)...	+6100	»

» On remarquera que le mélange rapide, produit au sein du calorimètre, ne donne pas la chaleur moyenne (calculée d'après les données thermiques des sels isolés) pour le système $BaCl^2$, $SrCl^2$ et K^2SO^4; tandis que la chaleur trouvée expérimentalement pour le précipité mixte du système K^2SO^4, K^2CrO^4 et $BaCl^2$ coïncide avec la moyenne des sels isolés ($+ 6000^{cal}$) à 100^{cal} près. Ce résultat concorde donc avec les expériences analytiques.

» Nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes de l'ensemble de ces résultats de nos expériences :

» 1° La composition *primitive* des précipités mixtes, formés par un mé-

lange de sels en nombres égaux d'équivalents, se rapproche d'une répartition symétrique, avec 50 pour 100 environ de chacun des sels insolubles.

» 2° Le phénomène de la précipitation est constitué, dans des cas pareils, par la superposition de deux phases distinctes, savoir : d'une répartition toute mécanique *selon les chances de rencontre* initiale des trois corps mélangés, et d'une transformation secondaire (simultanée ou consécutive) des précipités une fois formés, par les liqueurs environnantes; cette réaction secondaire se produisant avec une vitesse variable.

» 3° Ni la composition initiale, ni la composition finale (d'équilibre stable) des précipités ne peuvent servir à donner des coefficients d'affinité chimique. On n'arrive pas à dégager des constantes caractéristiques de l'affinité par la méthode de la précipitation simultanée. »

THERMOCHIMIE. — *De l'action de la chaleur sur l'heptène.* Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Berthelot.

« L'appareil employé se compose d'un tube de fer, de 1^m de longueur, chauffé au rouge visible seulement dans l'obscurité, communiquant d'un côté avec un entonnoir à robinet, par lequel on y fait tomber l'heptène goutte à goutte, et de l'autre côté avec un flacon refroidi, surmonté d'un tube rempli de coton de verre, destiné à retenir les vapeurs entraînées.

» Le liquide résultant d'une première opération ayant été distillé, pour en séparer tout à la fois les produits distillant avant 100° et au delà de 110°, la portion intermédiaire a de nouveau été soumise à l'action de la chaleur. Une opération effectuée dans ces conditions sur 1^{lit} d'heptène bouillant à 103°-105° m'a fourni environ 37^{lit} de gaz, constitué par de l'hydrogène mélangé d'une petite quantité d'hydrocarbures, qui n'ont pas été déterminés, à peine 2^{gr} de charbon qui ont été retrouvés dans le tube après l'expérience, et 720^{cc} d'un liquide jaune brunâtre, dont, par de nombreuses distillations, j'ai pu isoler les produits suivants :

» 1. 20^{cc} à 25^{cc} d'un pentène C^5H^8, identique ou isomérique avec celui qui a été obtenu par M. Greville Williams dans la distillation du caoutchouc, ou par M. Tilden dans la pyrogénation de l'essence de térébenthine.

» Ce carbure bout à 30°-35°; densité de vapeur 2,37 (théorie : 2,39); son analyse a donné les résultats suivants :

			Théorie.
C...........	86,9	86,6	88,2
H...........	1226	12,6	11,8

» Les acides sulfurique et nitrique l'attaquent avec violence. L'acide chlorhydrique gazeux le colore en brun foncé. Placé sur le mercure dans une éprouvette remplie d'oxygène, il absorbe rapidement ce gaz. Chauffé en tubes scellés à 260°, pendant dix heures, il prend une légère teinte jaunâtre. Par distillation, une partie de l'hydrocarbure se retrouve intacte, mais la moitié environ du produit distille au delà de 100°. La portion recueillie de 150° à 180°, abandonnée pendant plusieurs jours en présence d'acide chlorhydrique fumant, fournit un liquide qui, additionné de perchlorure de fer, donne, sous l'influence d'une faible élévation de température, les colorations roses et bleues indiquées par M. Riban comme caractéristiques des dichlorhydrates de terpilène.

» La faible proportion de matière que j'ai eue à ma disposition ne m'a pas permis de pousser plus loin l'étude de ce corps; mais, malgré les nombres peu exacts fournis par l'analyse, son identification avec le pentène ne me paraît pas douteuse.

» 2. 100^{cc} à 110^{cc} d'hexène C^6H^{10}, homologue inférieur de l'heptène. Ce carbure bout à 70°-73°. Densité de vapeur, 2,97 (théorie, 2,88). Son analyse a donné les résultats suivants :

			Théorie.
C............	87,5	87,3	87,8
H............	12,3	12,4	12,2

» Il est soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique. Placé sur le mercure dans une éprouvette remplie d'oxygène, il absorbe rapidement ce gaz. Il est sans action sur les solutions ammoniacales de chlorure cuivreux et de nitrate d'argent. Le brome réagit sur lui avec violence, en dégageant de l'acide bromhydrique. En solution dans l'éther, il fournit un produit d'addition $C^6H^{10}Br^2$ qui, après évaporation de l'éther, se dépose sous forme d'une huile lourde qui bientôt se décompose en dégageant de l'acide bromhydrique. L'acide nitrique ordinaire l'attaque avec violence. Avec de l'acide nitrique étendu ($\delta = 1,15$), l'attaque est calme; il ne se dégage pas de vapeurs nitreuses, mais un mélange d'oxyde de carbone et d'acide carbonique, en même temps qu'il se forme un mélange d'acides formique, acétique, oxalique et succinique. Le gaz chlorhydrique le colore en bleu foncé.

» En présence d'eau, il ne donne pas, comme l'heptène, d'hydrate cristallisé. Traité par l'acide sulfurique ordinaire, il s'échauffe fortement en se polymérisant. Par distillation du liquide surnageant, on obtient du dihexène $C^{12}H^{20}$ sous forme d'un liquide incolore, inaltérable à l'air, inattaquable

par l'acide sulfurique, bouillant à 210°-215°. Son analyse a donné les résultats suivants :

		Théorie.
C...........	87,3	87,8
H...........	12,3	12,2

» Quant à la liqueur sulfurique, traitée par l'eau, elle ne laisse remonter qu'une masse noire goudronneuse.

» Ce nouveau carbure se rapproche donc beaucoup, par ses propriétés, de son homologue supérieur, l'heptène.

» 3. *De la benzine et du toluène.* — Ces deux carbures ont pu être isolés en traitant séparément par de l'acide sulfurique ordinaire les portions de liquides bouillant vers 80°-90° et 100°-115°. L'hexène et l'heptène se trouvent polymérisés et, par distillation du liquide surnageant, on peut facilement en isoler les deux carbures, qu'on purifie par un nouveau traitement à l'acide suivi d'un lavage à la soude et de quelques rectifications. Leur identification a ensuite été effectuée en les transformant en dérivés nitrés et sulfonés.

» La proportion de benzine ainsi obtenue est minime, soit 20^{cc} à 25^{cc} ; celle du toluène est beaucoup plus considérable, soit 180^{cc} à 200^{cc}.

» 4. Au delà de 115°, restent encore 100^{cc} d'hydrocarbures, dont la moitié environ distille de 115° à 180° en laissant un résidu épais, solide à la température ordinaire. Ces carbures n'ont pas été étudiés, mais, dans tous les cas, ils ne renferment aucun terme de la série C^nH^{2n-6}, les seuls représentants de cette série qui prennent naissance par l'action de la chaleur sur l'heptène étant la benzine et le toluène.

» Des faits qui précèdent, il résulte donc que l'heptène, sous l'influence de la chaleur, se décompose principalement en toluène et hydrogène, en même temps que prennent naissance une certaine quantité de ses homologues inférieurs, l'hexène et le pentène. Quant à la benzine, elle provient sans doute d'une destruction partielle de l'hexène, analogue à celle en vertu de laquelle le toluène prend naissance aux dépens de l'heptène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les caractères de l'affaiblissement éprouvé par la diastase sous l'action de la chaleur.* Note de M. **Em. Bourquelot.**

« Au cours de mes recherches sur la diastase, j'ai eu fréquemment l'occasion de constater que ce ferment perd de son activité sous certaines in-

fluences, notamment sous celle de la chaleur. Cet affaiblissement dans l'activité d'un ferment soluble a d'ailleurs été signalé par plusieurs observateurs, et je ne m'en serais pas préoccupé si quelques indices ne m'avaient fait penser qu'il était d'un ordre particulier. Ce sont les caractères de cet affaiblissement que j'ai étudiés dans les recherches suivantes.

» Rappelons d'abord brièvement les points de la réaction de la diastase sur l'amidon dont j'ai tiré parti. L'amidon a pour formule $n(C^{24}H^{20}O^{20})$, n étant un nombre élevé. Sous l'influence de la diastase, l'amidon s'hydrate, mais l'hydratation se fait par phases successives. Dans la première phase, il se produit une dextrine $n-1(C^{24}H^{20}O^{20})$ et une molécule de maltose $C^{24}H^{22}O^{22}$. Dans la deuxième phase, la dextrine précédente fournit une nouvelle dextrine $n-2(C^{24}H^{20}O^{20})$ et une deuxième molécule de maltose. La réaction se continue ainsi jusqu'à ce que la dextrine formée soit inattaquable par le ferment, et l'on a, à ce moment, un produit composé de cette dernière dextrine et de maltose.

» Ce dédoublement ou plutôt cet enlèvement répété et successif d'une molécule $C^{24}H^{20}O^{20}$ à la molécule amylacée peut être appelé *dégradation*. La dégradation est donc la caractéristique de l'action du ferment sur l'hydrate de carbone.

» On peut connaître les progrès de cette dégradation en tenant compte des propriétés réductrices acquises par la matière; lorsque la réaction fermentaire a été poussée jusqu'à sa fin, cette matière détermine sur la liqueur cuivrique une réduction égale à 51 ou 52 centièmes de ce qu'elle serait si l'hydrate de carbone avait été transformé entièrement en glucose. Il résulte de là, si l'on donne à ce chiffre de 52 le nom de *pouvoir réducteur*, que du commencement à la fin de la réaction le pouvoir réducteur s'est élevé de 0 à 52.

» Il existe d'ailleurs une deuxième méthode, permettant de juger des progrès d'une saccharification. Cette méthode repose sur les réactions colorées que l'on obtient en traitant l'amidon en saccharification par de l'eau iodée. Ainsi, ajoute-t-on de l'eau iodée à de l'empois qui vient d'être additionné de diastase, on obtient un liquide bleu dans lequel flottent les grains d'amidon bleu foncé. En répétant cette opération à des intervalles rapprochés, on remarque que bientôt les grains disparaissent, puis que le liquide prend une teinte bleu violacé. On a ensuite du violet, puis du rouge, du rouge vineux, du jaune, après quoi l'addition d'eau iodée ne détermine plus aucune coloration, bien que la réaction fermentaire ne soit pas encore terminée.

» L'emploi de l'eau iodée peut donc renseigner sur les progrès de la saccharification. Mais ce renseignement ne vaut que pour les premières phases de la réaction.

» C'est en m'appuyant sur ces deux méthodes que j'ai comparé l'activité d'une diastase naturelle, à celle de la même diastase affaiblie sous les influences dont j'ai parlé.

» Je ne m'occuperai aujourd'hui que de la diastase de l'orge germé et de l'affaiblissement qu'elle éprouve en solution aqueuse sous l'influence de la chaleur.

» 1° *Constatation de l'affaiblissement.* — Deux prises de 0gr,50 de fécule de pomme de terre sont délayées chacune dans 50cc d'eau froide et transformées en empois (en portant à 97°). On ajoute à l'une 10cc d'une solution de diastase à 0gr,50 pour 100 et à l'autre 10cc de cette même solution préalablement maintenue à 68° pendant douze heures.

» Après trois jours de contact [1] à 21°-23°, on a trouvé pour le premier essai un pouvoir réducteur égal à 52,4 et pour le second 28,4.

» 2° *Recherches effectuées en faisant agir sur un même poids d'amidon des proportions croissantes de diastase affaiblie.* — La solution de diastase (0gr,50 pour 100) a été maintenue à 68° pendant douze heures. Poids de fécule, 0gr,50. Il a été transformé en empois comme ci-dessus.

Quantité de diastase employée.	Pouvoir réducteur après trois jours de contact.
cc	
10	28,4
20	28,2
30	28,2
60	28,6

» 3° *Recherches effectuées en faisant agir une même quantité de diastase sur des poids croissants d'amidon.* — La solution de diastase (0gr,50 pour 100) a été maintenue à 67° pendant douze heures. Volume de la solution de diastase employée : 10cc. L'amidon a été tout d'abord transformé en empois.

Fécule traitée.	Pouvoir réducteur après trois jours de contact.
gr	
0,40	32,9
0,80	30,1
1	30,1

[1] L'action du ferment peut être considérée comme terminée au bout de quarante-huit heures ; j'ai prolongé la durée de la réaction pour être à l'abri de toute erreur à cet égard.

» Ces deux séries d'expériences montrent qu'on peut faire varier notablement soit la proportion de diastase affaiblie, soit celle d'amidon traité, sans que la dégradation puisse être poussée au delà d'une certaine limite.

» Ce n'est pas tout. Il y avait lieu de se demander si les premières phases de la saccharification sont accomplies plus rapidement par la diastase ordinaire que par la diastase affaiblie.

» L'expérience suivante répond à cette question.

» 4° Deux prises de fécule de $0^{gr},50$ sont transformées en empois (50^{cc} d'eau) en chauffant au bain-marie jusqu'à 90°; on les additionne, l'une de 10^{cc} de solution de diastase naturelle à $0^{gr},50$ pour 100, l'autre de 20^{cc} de cette même solution préalablement maintenue à 68° pendant douze heures. L'addition de petites quantités de chacun de ces mélanges à de l'eau iodée a donné successivement les résultats suivants :

Temps écoulé.	Diastase naturelle 10^{cc}.	Diastase affaiblie : 20^{cc}.
3^m..........	Grains intacts	Grains intacts
10..........	»	Grains presque disparus
13..........	»	Grains disparus - rouge violet
17..........	»	Rouge vineux
23..........	Grains disparus-rouge violet	Jaune rougeâtre
35..........	Jaune rougeâtre	Plus de coloration
42..........	Jaune rougeâtre pâle	
50..........	Plus de coloration	

» En se reportant à la série 2, on verra qu'avec 10^{cc} de diastase naturelle on est arrivé à un pouvoir réducteur de 52,4, tandis qu'avec 20^{cc} de cette diastase affaiblie on n'a atteint que 28,2.

» Ainsi, la diastase affaiblie, même employée en excès, a perdu le pouvoir de pousser la dégradation de l'amidon jusqu'à sa dernière limite. D'autre part, cette même diastase affaiblie accomplit les premières phases de la réaction aussi rapidement que la diastase naturelle. Si l'on envisage ces deux ordres de faits, dans l'hypothèse que j'ai exposée plus haut sur le mécanisme de l'action du ferment, on se trouve amené à penser que ce n'est pas la quantité du ferment qui diminue, mais que c'est sa qualité qui s'est modifiée, à moins pourtant que l'on n'admette qu'il y a dans la diastase naturelle deux ou plusieurs ferments solubles mélangés, et que l'élévation de température les détruit successivement. »

CHIMIE. — *Sur les terres de la cérite*. Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. Lecoq de Boisbaudran.

« J'ai montré, dans une Note antérieure, que la bande d'absorption

$$\lambda = 417,$$

attribuée au samarium, n'appartenait pas au même corps que celui qui fournit la bande $\lambda = 400,7$. J'ai depuis poursuivi les fractionnements et suis arrivé à quelques résultats qui me paraissent dignes d'être connus de l'Académie.

» En ce qui concerne le samarium, je puis, en confirmant mes résultats antérieurs, ajouter que la bande $\lambda = 417$ n'appartient pas non plus au corps qui fournit les bandes bleues $\lambda = 480$, $\lambda = 463$, sans vouloir rien affirmer sur l'origine commune ou distincte des trois bandes $\lambda = 400\text{-}480\text{-}463$.

» Parmi les produits de ces fractionnements se trouvent des terres très riches en praséodyme, jusqu'à celles qui n'en contiennent plus. On remarque sur ces terres que les fractions comprises entre le praséodyme pur et le néodyme présentent, à force égale de la bande $\lambda = 444$, la bande $\lambda = 469$, attribuée par M. Auer von Welsbach au praséodyme, avec une intensité bien supérieure à celle qu'elle présente dans les terres formées de praséodyme à peu près pur. On doit donc conclure que cette bande représente un corps distinct. Je n'ai pu constater avec certitude de variation correspondante dans les autres bandes du praséodyme.

» Je n'ai pu non plus m'assurer de variations dans les bandes du néodyme.

» Les bandes $\lambda = 476$ et $\lambda = 462$ m'ont paru varier simultanément.

» Les procédés qui ont servi à faire ces fractionnements sont ceux par l'ammoniaque étendue, l'acide oxalique en solution très acide, la cristallisation des azotates ammoniacaux et la précipitation par l'alcool des sulfates et sulfates potassiques doubles. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le ferrite de zinc. Production artificielle de la franklinite.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« L'objet de cette Note est de faire connaître plusieurs moyens de préparer facilement le ferrite de zinc et de comparer ce produit artificiel avec le ferrite naturel, connu sous le nom de *franklinite*.

» Lorsque l'on évapore une solution aqueuse contenant un mélange de 1 équivalent de sulfate sodique, 1 à 2 équivalents de sulfate de zinc, $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ équivalent de sulfate ferrique et que l'on soumet à la fusion, du rouge sombre au rouge-cerise clair, le résidu de cette évaporation, il est aisé de suivre la série des phénomènes qui se produisent. Il suffit, pour y arriver, de prélever souvent une certaine quantité du mélange fondu et d'examiner sur chaque *prise* l'action de l'eau bouillante.

» On observe ainsi plusieurs réactions successives très nettes. Dans la première, du rouge sombre au rouge-cerise sombre, on constate la transformation du sulfate ferrique en sel basique; dans la seconde, du rouge-cerise sombre jusqu'au rouge-cerise, s'effectue le dépôt, à l'état d'oxyde de fer oligiste, de tout le fer contenu dans le sous-sulfate; en dernier lieu, du rouge-cerise au rouge-cerise clair, c'est-à-dire à la température qu'exige la décomposition du sulfate zincique, on voit s'opérer la combinaison de l'oxyde ferrique anhydre avec l'oxyde de zinc du sous-sulfate zincique contenu dans le mélange fondu, et, par suite, la transformation de l'oligiste en octaèdres de ferrite de zinc. On arrête l'expérience lorsque l'on ne voit plus que des octaèdres au sein de l'eau bouillante et que le dépôt lourd qu'ils y produisent est accompagné d'un précipité floconneux blanc de sous-sulfate zincique, précipité dont la présence implique la saturation de l'oxyde ferrique. Le culot fondu est traité par l'eau bouillante, à plusieurs reprises, et le sous-sulfate qui peut être mélangé aux cristaux est enlevé par un lavage à l'acide acétique étendu d'eau.

» La formation du ferrite de zinc paraît donc bien due, dans cette expérience, à l'action du sesquioxyde de fer cristallisé sur le sulfate de soude et de zinc chargé de sous-sulfate. Pour vérifier ce fait, j'ai essayé l'action du fer oligiste naturel pulvérisé sur le même sel double fondu au rouge-cerise clair. J'ai constaté ainsi qu'en moins d'une heure 5^{gr} de cet oxyde ont été transformés en ferrite octaédrique. La présence du sable contenu dans l'oligiste m'a permis d'observer un fait qui mérite d'être signalé. Les cristaux de silicate neutre de zinc, willémite, n'apparurent qu'après la franklinite et précédèrent le dépôt d'oxyde de zinc cristallisé. Il est donc facile de réaliser l'association des cristaux de ferrite de zinc avec ceux du silicate neutre (willémite) et de l'oxyde de zinc (zincite), association qui se présente dans certains gisements de franklinite.

» On peut également obtenir le ferrite de zinc au moyen du chlorure et du fluorure de zinc. Pour le préparer à l'aide du chlorure, il suffit de

fondre, en présence de l'air humide, un mélange de ce dernier sel haloïde avec du perchlorure de fer ou du fer oligiste pulvérisé jusqu'à l'apparition de la zincite. Si l'on veut opérer à l'aide du fluorure, il convient de fondre un mélange de 6 parties de fluorure de potassium, de 4 parties de fluorure de zinc et de 2 parties de fluorure ferrique ou de 1 partie d'oligiste. On continue l'action combinée de la chaleur et de la vapeur d'eau jusqu'à ce que tout le fluorure soit décomposé. Les cristaux de zincite, mélangés à ceux du ferrite après l'action de l'eau bouillante, sont dissous au moyen de l'acide acétique étendu de 4 volumes d'eau et bouillant.

» *Propriétés et analyse.* — Le ferrite de zinc pur affecte la forme d'octaèdres réguliers, souvent modifiés sur leurs arêtes par de très petites facettes appartenant au dodécaèdre rhomboïdal. Les plus petits cristaux sont transparents, présentent sous le microscope une couleur rouge brunâtre et sont monoréfringents. Les plus gros sont opaques et brillent d'un éclat métallique. La trace qu'ils laissent sous le pilon est rouge jaunâtre tirant sur l'orangé. Ces cristaux ne sont pas magnétiques. Leur dureté est exprimée par le nombre 6,5 et leur densité a été trouvée égale à 5,33. Ils sont anhydres et inaltérables sous l'influence du grillage et de la calcination. Les acides ne les dissolvent que très lentement. L'acide acétique étendu de 4 volumes d'eau, l'acide azotique additionné de 9 volumes d'eau, ne les altèrent pas sensiblement.

» Le ferrite de zinc, finement pulvérisé, fondu avec le carbonate de soude, devient aisément soluble dans les acides : c'est dans la solution nitrique du produit de cette attaque que l'on a dosé, par les procédés ordinaires, les éléments de la franklinite artificielle. L'analyse a donné les résultats suivants, à peu près identiques à ceux qu'exige la formule théorique de la franklinite pure, Fe^2O^3ZnO.

		Théorie.
Peroxyde de fer	67	66,4
Protoxyde de zinc	33	33,6

» La franklinite naturelle présente avec le ferrite de zinc pur que j'ai obtenu des différences notables : elle est opaque et laisse sous le pilon une trace noir brunâtre; elle est magnétique et sa densité ne dépasse pas 5,09. Ces différences s'expliquent par la nature des impuretés que renferme le minéral naturel : celui-ci contient au moins 25 centièmes de ferrites de fer et de manganèse, le premier magnétique et tous deux noirs, opaques et ayant des densités inférieures à celle du ferrite zincique.

» Les essais que j'ai tentés pour préparer une franklinite identique aux variétés naturelles prouvent que cette réalisation est possible au sein du sulfate de soude. Il faut, pour réussir, employer du sulfate de soude mélangé à 10 centièmes de sulfate de zinc, autant de sulfate de manganèse et de sulfate ferrique et faire intervenir une action réductrice. Dans ces conditions, le sel de zinc se décomposant difficilement, le peroxyde de fer provenant de la décomposition du sulfate ferrique peut absorber à la fois du protoxyde de manganèse et de l'oxyde de zinc et, si l'on fait agir un corps désoxydant tel que le sulfure de fer, une partie du fer oligiste se transforme en magnétite. On obtient alors comme résidu, après l'action de l'eau bouillante, un ferrite de zinc cristallisé magnétique renfermant quelques centièmes d'oxyde manganeux. Ce ferrite est opaque comme la franklinite naturelle et, comme celle-ci, laisse sous le pilon une trace noir brunâtre.

» La franklinite a été reproduite artificiellement par M. Daubrée, en faisant réagir sur la chaux portée au rouge des vapeurs de chlorures ferrique et zincique, et par Ebelmen, en maintenant longtemps en fusion les éléments de la franklinite dans l'acide borique.

» Les sels ferriques, au contact de plusieurs composés métalliques fondus, donnent naissance à des ferrites cristallisés. L'examen de ces sels fera l'objet d'une prochaine Communication à l'Académie. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Incompatibilité des nitrates et des superphosphates.* Note de M. **A. Andouard**, présentée par M. Berthelot.

« Les chimistes adonnés à l'analyse des matières fertilisantes reconnaissent les mélanges de nitrates et de superphosphates à leur odeur nitreuse caractéristique; mais je ne sache pas que cette constatation ait conduit à soupçonner l'importance de la déperdition d'azote, qui a lieu parfois dans les engrais de cette nature et dont voici quelques exemples.

» A la fin de mai 1886, un mélange de nitrate de soude et de superphosphate minéral, soigneusement préparé, fut rapidement livré à divers agriculteurs de la Loire-Inférieure. Il dosait, suivant contrat, 6 pour 100 d'azote nitrique. Au bout de peu de temps, l'engrais n'avait plus la richesse convenue et chaque semaine nouvelle aggravait le déficit. Je représente par quelques chiffres l'allure de la décroissance du titre, telle que je l'ai observée :

		Azote nitrique pour 100.
Juin	6	6,17
»	14	5,74
»	26	4,90
»	30	4,30
Juill.	4	3,86
»	12	3,78

» Vers le même temps, un mélange analogue et de même origine, fait au titre de 2 pour 100 d'azote nitrique, n'en contenait que 0,72 pour 100 trois semaines plus tard.

» Dans un troisième enfin, revêtu d'un autre cachet, sur 2 pour 100 d'azote nitrique dosés au moment de la fabrication, 1,16 avait disparu en moins de quinze jours.

» Dans plusieurs des échantillons, la décomposition du nitrate était si rapide que la masse de l'engrais était boursouflée par le dégagement des gaz nitrés résultant de son altération. J'ai pu recueillir, pendant plusieurs jours consécutifs, quelques centimètres cubes de gaz riche en bioxyde d'azote, en enfermant l'un de ces produits dans un flacon communiquant avec une petite cloche pleine d'eau.

» Pour m'assurer que ce dédoublement est constant, j'ai fait moi-même des mélanges de nitrate de soude et de superphosphates à base d'os ou de phosphate fossile, qui ont été maintenus à la température de 25° environ. En un mois, ces mélanges avaient perdu de 6 à 20 pour 100 de leur azote nitrique initial, et de 17 à 33 pour 100 de leur azote organique.

» D'autres mélanges, additionnés de sulfate d'ammoniaque, ont accusé dans le même temps une perte d'azote ammoniacal variant de 5 à 15 pour 100, sans préjudice d'une diminution d'azote nitrique ou organique, supérieure, en général, à celle qu'avaient donnée les produits précédents.

» Si des engrais de cette espèce, préparés en petite quantité et préservés d'une élévation notable de température, offrent des résultats aussi accentués, que ne doit-on pas attendre de ceux qui sont fabriqués en grand et fréquemment exposés à l'ardeur des rayons solaires ! Les acides phosphorique, sulfurique et fluorhydrique libres qu'ils peuvent contenir déplacent l'acide du nitrate, et ce dernier s'échappe en nature, ou après avoir été graduellement réduit par les substances oxydables qu'il rencontre dans le produit : osséine, pyrites, sels ammoniacaux, etc. Le phénomène

devient actif vers la température de 25° à 30° et, une fois commencé, il continue même à 15° et à 12°.

» Il est donc défectueux d'associer les nitrates aux superphosphates dans les engrais. Lente ou vive, la décomposition est certaine, si le mélange est intime. On ne peut la retarder qu'en employant le nitrate en fragments volumineux, c'est-à-dire dans un état préjudiciable à sa bonne répartition dans le sol. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la destruction des nématodes de la betterave.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« Pour détruire les nématodes de la betterave et mettre un terme aux désastres que ce parasite cause depuis vingt ans aux cultures de la Saxe, M. le professeur Kuehn a tenté l'emploi de tous les insecticides connus; aucun n'a été efficace; un seul, le sulfure de carbone, a semblé un moment lui donner un résultat satisfaisant. En portant à $0^{gr},040$ la quantité de sulfure ajoutée à chaque kilogramme de terre infestée, M. Kuehn a vu, au mois de juillet, le nombre des parasites diminuer dans une large mesure; cette amélioration, cependant, a été passagère : au mois d'octobre, ce nombre avait repris son importance; et, comme la dose qui vient d'être indiquée lui semblait déjà excessive au point de vue pratique, M. Kuehn, renonçant à l'emploi des insecticides, a cru devoir reporter tous ses efforts sur l'ingénieuse méthode de culture des plantes pièges, dont il est l'auteur.

» On sait en quoi cette méthode consiste. La betterave n'est pas la seule plante sur laquelle les nématodes se plaisent; toutes les crucifères : chou, navette, colza, etc., lui conviennent parfaitement. Aussi vient-on à semer sur un champ infesté l'une de ces plantes, bientôt les radicelles se montrent couvertes de nématodes qui se sont laissé prendre au piège; arrachées alors, les plantes emportent avec elles un nombre de parasites tel qu'en répétant deux ou trois fois culture et arrachage, on peut, en une seule campagne, réaliser la purification presque complète du sol.

» Expérimentée en Allemagne, cette méthode a permis de ramener à $40\,000^{kg}$ par hectare des récoltes de betteraves que l'invasion des nétamodes avait fait tomber à $12\,000^{kg}$.

» Malgré son efficacité cependant, cette méthode, à cause des dépenses considérables qu'elle entraîne, ne me paraît pas devoir être conseillée aux

cultivateurs français; elle ne leur est pas indispensable d'ailleurs, nos champs de betteraves jusqu'ici sont plutôt menacés qu'envahis, et c'est sur des espaces relativement restreints que nous sommes appelés à combattre le fléau.

» En me plaçant à ce point de vue, j'ai pensé qu'il serait possible de baser sur l'emploi du sulfure de carbone une méthode de destruction suffisant aux circonstances actuelles ; j'ai pensé qu'en distribuant au sol des doses massives de cet insecticide, ainsi qu'on l'a fait en Suisse et en Algérie, pour le traitement à mort des vignes phylloxérées, on parviendrait à détruire complètement les nématodes et à purifier les cultures.

» Avec l'aide de M. Couanon, dont M. le Directeur de l'Agriculture avait bien voulu mettre à ma disposition la grande expérience, j'ai fait, tant à Gonesse qu'à Joinville-le-Pont, des essais nombreux sur la quantité de sulfure de carbone nécessaire pour obtenir ce résultat. Répandu dans le sol à l'aide du pal, à la dose de 100^{gr}, même de 150^{gr} par mètre, le sulfure de carbone s'est montré impuissant; il en a été de même pour le sulfocarbonate de potasse; mais, à la dose massive de 300^{gr}, l'emploi du sulfure de carbone m'a donné un plein succès.

» Autour d'un carré choisi au milieu d'une pièce fortement nématodée et mesurant 60^{m} de surface, j'ai, afin d'éviter toute réinvasion, fait creuser une tranchée de 2^{m} de profondeur. Dans cette tranchée, on a descendu une feuille de plomb qui, dressée verticalement, soudée sur elle-même, a fait au bloc de terre une ceinture impénétrable.

» Sur ce carré, j'ai, en 1885, semé de la betterave à sucre ordinaire et je l'y ai laissé végéter jusqu'à la fin de juin. Examinés à ce moment, tous les sujets se montraient couverts de nématodes. Sans rien arracher alors, j'ai, à l'aide du pal, injecté dans le sol, à $0^{m},25$ de profondeur, 300^{gr} de sulfure de carbone par mètre. Huit jours après, toutes mes betteraves étaient mortes, et l'intensité de la destruction me permettait d'espérer que les nématodes n'y avaient point échappé.

» Pour m'en convaincre, j'ai de nouveau, après quelques jours de ventilation, semé de la betterave sur le carré traité; la levée a été parfaite, et, sur les sujets se développant peu à peu jusqu'à demi-grosseur, je n'ai plus alors, d'août jusqu'à novembre, retrouvé un seul parasite.

» La démonstration, à la rigueur, eût pu paraître suffisante; pour la compléter, cependant, et donner à la méthode une sanction pratique, j'ai, en 1886, sur le même carré, sans aucun traitement nouveau, semé de la betterave encore. Pour avoir un terme de comparaison, j'ai semé la même

graine, d'abord sur un carré contigu nématodé et n'ayant subi aucun traitement, ensuite sur un carré traité l'année précédente par le sulfocarbonate. Chacun de ces carrés, sur la moitié de sa surface, avait d'ailleurs reçu une dose normale d'engrais complet.

» Les résultats de la culture, rapportés à l'hectare, ont été les suivants :

	Carré non traité.		Carré traité au sulfocarbonate.	Carré traité à mort par le sulfure de carbone.	
	Sans engrais.	Avec engrais.		Sans engrais.	Avec engrais.
Rendement à l'hectare..........	3700kg	6700kg	8400kg	44000kg	48000kg
Richesse de la betterave en sucre.	3,76	5,8	5,47	10,87	12,09
Poids de sucre à l'hectare.......	133kg	372kg	457kg	4646kg	5667kg

» Réduite à 3700kg du fait du développement des nématodes, la récolte a été, par le traitement employé, ramenée au chiffre élevé de 48000kg, en même temps que la richesse saccharine, tombée à 3,76 pour 100, remontait à 12,09 pour 100.

» Ces résultats sont, on le voit, concluants au premier chef : ils établissent que, sans recourir au procédé des plantes pièges, nos cultivateurs de betteraves peuvent efficacement lutter contre l'invasion des nématodes en surveillant attentivement leurs champs et en traitant à mort, par le sulfure de carbone, les taches nématodées aussitôt qu'ils en auront constaté la production.

» C'est ce qu'ont fait, dès l'année dernière, d'après mes conseils et avec succès, quelques agriculteurs, sur les champs desquels la présence des nématodes s'était manifestée par la formation de taches déjà assez étendues. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De la cause des altérations subies par le sang au contact de l'air, de l'oxygène et de l'acide carbonique;* par M. A. **Béchamp**.

M. A. **Béchamp** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 12 juillet 1886. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« D'une expérience exécutée avec le concours de Cl. Bernard, M. Pasteur a conclu que, dans l'air pur, « le sang n'éprouve aucun genre de putréfaction et conserve l'odeur

» du sang frais » (1), c'est-à-dire ne s'altère pas. Cependant le savant auteur de l'expérience a noté qu'il y avait absorption d'oxygène, dégagement d'acide carbonique, formation de cristaux du sang et disparition des globules. Au cours d'une discussion récente, M. Pasteur a assuré que « ces transformations se font sous l'influence de » l'oxygène de l'air » (2).

» D'une série d'expériences, en partie inédites, il résulte la preuve que l'oxygène n'est pas la cause de la destruction des globules et de la formation des cristaux.

» J'ai d'abord opéré sur du sang de chien, pris dans l'artère crurale et introduit au sortir du vaisseau dans les appareils lavés à la potasse, à l'acide sulfurique et à l'eau fortement phéniquée, de même que la canule d'argent introduite dans l'artère. Dans toutes les expériences, l'influence des germes (microzymas) atmosphériques était annihilée grâce à l'emploi d'une dose d'eau phéniquée convenable, c'est-à-dire non coagulante, selon la méthode que j'ai plusieurs fois exposée à l'Académie.

» Le sang ainsi recueilli a été soumis à quatre épreuves :

» 1° A un courant d'air ininterrompu, sans prendre aucune précaution contre les poussières du laboratoire;

» 2° A un courant d'air continu, préalablement lavé à l'eau;

» 3° A un courant d'oxygène pur, lavé, arrivant bulle à bulle dans une petite colonne sanguine;

» 4° L'air de l'appareil a été complètement expulsé par un courant d'acide carbonique, après que l'appareil a été fermé.

» Dans aucune des expériences, et il en est qui ont duré plus d'un mois, le sang n'a acquis de mauvaise odeur, même lorsque, comme dans l'expérience avec l'air ordinaire, sans précaution, de nombreuses bactéries ont apparu.

» Entre 20° et 25° de température, il ne s'est formé de cristaux dans aucune des expériences faites au contact de l'air, le sang restant d'ailleurs rutilant.

» Dans l'oxygène, entre 24° et 26°, quelques cristaux ont apparu le second jour; ils ont lentement augmenté.

» Dans l'acide carbonique, entre 20° et 28°, les cristaux ne se formèrent pas et le sang resta rouge noir. Entre 33° et 40°, les cristaux peuvent apparaître du jour au lendemain, le sang devenant brun. L'addition au sang du cinquième ou du quart de son volume d'eau phéniquée au $\frac{1}{500}$ hâte l'apparition des cristaux.

» C'est dans l'air et dans l'oxygène que les globules déformés ou pâlis se conservent le plus longtemps.

» En augmentant la dose d'acide phénique, sans toutefois arriver à la dose coagulante, on peut retarder indéfiniment la destruction des globules.

» La formation des cristaux et la destruction des globules dans l'acide carbonique sont fonction de la température. Il en est probablement de même de l'oxygène et de l'air.

» En résumé, la cause de la destruction des globules n'est pas l'oxygène, puisque c'est dans l'acide carbonique que le phénomène s'accomplit le mieux.

» J'ai opéré aussi sur le sang de bœuf, de porc, de poule et de canard. Les phéno-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LVI, p. 1194.

(2) *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 2e série, t. XV, p. 681.

mènes diffèrent en quelque chose, mais ils confirment ce qui précède. Par exemple, je n'ai vu apparaître de cristaux dans aucun de ces cas; l'hémoglobine y subit pourtant une altération. »

Aux faits énoncés dans ce pli, M. Béchamp ajoute aujourd'hui ce qui suit :

« Il me paraît démontré qu'aucun des principes immédiats, isolés du sang, notamment l'hémoglobine et les albumines, ne s'altère dans les conditions de mes expériences; et, enfin, que les transformations opérées dans le sang, qu'il s'agisse de l'expérience de M. Pasteur ou des miennes, ne peuvent se produire, soit en présence de l'oxygène, soit en présence de l'acide carbonique, que grâce à l'activité et à l'influence des microzymas de ce sang. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les transfusions du sang dans la tête des animaux décapités* [*à propos de la Communication récente de M.* Laborde ([1])]. Note de MM. **Hayem** et **Barrier.**

« M. Laborde ayant communiqué à l'Académie, le 14 février dernier, une Note dans laquelle il dit avoir observé la plupart des faits que nous avons récemment énoncés dans la première partie de notre travail sur les effets des transfusions de sang dans la tête des animaux décapités, nous croyons devoir faire remarquer que les assertions de ce physiologiste ne nous paraissent pas justifiées par ses publications.

» Celles des expériences de M. Laborde qui ont porté sur des têtes humaines ont consisté principalement dans la recherche de l'excitabilité électrique de différentes parties de l'encéphale, après la décollation. Dans le cours de ces recherches, quelques-unes des têtes mises en expérience furent injectées avec une certaine quantité de sang; mais, dans tous les cas, sans exception, l'injection de sang a été pratiquée à une époque trop tardive pour réveiller la mise en jeu, par le sang oxygéné, des propriétés de l'un quelconque des centres nerveux.

» M. Laborde parle, dans sa Note, d'une expérience qui aurait été faite sur la tête du supplicié Gagny « *à la sixième minute* ». Nous avons le regret d'être obligés de constater que cette assertion est inexacte. En nous reportant au texte de la *Tribune médicale* de 1885, p. 341, rédigé par l'au-

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CIV, p. 442.

teur lui-même, nous voyons que la tête du supplicié Gagny fut remise à l'expérimentateur « *vers la septième minute* », et que la transfusion ne put être exécutée que « *vers la vingtième minute* ». Dans ces conditions, d'après ce même texte, une injection de sang de bœuf défibriné, poussée par une des carotides, en même temps qu'une injection de sang de chien vivant était faite par l'autre, n'eut d'autre résultat que de remplir les vaisseaux. Il n'en pouvait être autrement, la transfusion ne produisant plus, chez le chien, aucune manifestation automatique ou réflexe à partir de la douzième minute, alors même qu'on fait traverser la tête séparée du tronc par un riche courant sanguin pendant plus de vingt minutes. En tant que transfusion, l'expérience la plus importante de M. Laborde, celle qui a été faite le plus hâtivement, n'a donc déterminé qu'une injection vasculaire.

» Quant aux expériences de transfusion que le même physiologiste aurait exécutées sur des animaux, nous n'avons pu trouver trace de leur publication. Il est facile de constater que, dans le texte de la *Tribune médicale* (n° 887, p. 390) sur lequel M. Laborde appuie sa revendication, il n'est question que de l'excitabilité électrique des différentes parties de l'encéphale, étudiée sur la tête de divers animaux décapités, et nullement de transfusion.

» Les travaux de M. Laborde nous paraissent avoir laissé entière la question dont nous avons abordé l'étude, à savoir celle des effets produits par la reconstitution d'une circulation active de sang oxygéné dans la tête des animaux décapités. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Glandes gastriques à mucus et à ferment chez les Oiseaux* (¹). Note de M. **Maurice Cazin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les observations de Home, Molin, Bergmann, Remouchamps ont montré la complication anatomique des glandes du ventricule succenturié des Oiseaux, formées essentiellement d'une agglomération de tubes en culs-de-sac. Ces tubes étant tapissés de cellules granuleuses, les glandes gastriques des Oiseaux sont généralement regardées comme sécrétant seulement du ferment, bien que M. Garel ait déjà signalé la présence d'un

---

(¹) Travail fait au laboratoire de Zoologie anatomique de l'École des Hautes Études, dirigé par M. A. Milne-Edwards.

revêtement de cellules à mucus dans la cavité centrale des glandes gastriques, chez la Cresserelle, le Traquet et la Bergeronnette.

» Ayant étendu mes recherches à un assez grand nombre d'espèces, j'ai pu reconnaître que l'existence des cellules à mucus, à l'intérieur des glandes du ventricule succenturié, est très fréquente, et, en outre, que ces éléments tapissent, dans beaucoup de cas, non seulement la surface de la cavité centrale des glandes, mais aussi les parois de petits tubes collecteurs qui déversent dans cette cavité le produit des tubes à ferment.

» C'est ce que l'on observe, par exemple, chez le Pigeon domestique. Chaque glande s'ouvre dans le ventricule succenturié par un orifice faisant suite à une cavité centrale, dont la surface est couverte de plis irréguliers; ces plis, ramifiés et anastomosés les uns avec les autres, limitent à leur base des fossettes, formant chacune un canal collecteur, large et court, dans lequel débouche un certain nombre de tubes à ferment. Toute la surface des plis et des tubes collecteurs, constituant par leur ensemble la partie centrale de la glande, est tapissée de cellules à mucus, tandis que la périphérie de la glande, composée des tubes à ferment, renferme exclusivement des cellules granuleuses.

» J'ai rencontré une structure analogue dans les glandes du ventricule succenturié des espèces suivantes, qui comprennent à la fois des espèces granivores, insectivores, omnivores et carnivores : *Picus martius*, *Picus major*, *Pyrrhocorax alpinus*, *Sitta cæsia*, *Accentor alpinus*, *Regulus cristatus*, *Cinclus aquaticus*, *Passer montanus*, *Munia rubra-nigra*, *Ardea cinerea*, *Spheniscus demersus*, *Fratercula arctica*, Canard domestique, *Larus canus*, *Buteo vulgaris*, *Accipiter nisus*.

» L'abondance des cellules à mucus varie beaucoup dans ces différentes espèces, suivant le développement de la cavité centrale de la glande, quelquefois très réduite, et suivant que les tubes à ferment y débouchent directement ou par l'intermédiaire de tubes collecteurs, tapissés de cellules à mucus; ce dernier cas est le plus fréquent parmi les espèces que je viens d'énumérer.

» De tous ces Oiseaux, le *Spheniscus demersus* est le seul chez lequel j'aie rencontré des glandes gastriques multilobulaires, comparables à celles qui ont été décrites chez plusieurs Oiseaux phytophages. Chacun des lobules de la glande du *Spheniscus demersus* possède une cavité centrale et des tubes collecteurs, et représente par conséquent à lui seul une glande monolobulaire ordinaire.

» En résumé, les glandes du ventricule succenturié, chez beaucoup

d'Oiseaux se rapportant aux régimes les plus différents, renferment non pas une seule espèce de cellules, comme on le croit généralement, mais deux espèces de cellules, des cellules à mucus et des cellules à ferment, qui ne se trouvent jamais mélangées dans un même tube, les cellules à ferment étant toujours localisées dans les tubes situés à la périphérie de la glande et les cellules à mucus existant seulement au centre de la glande, c'est-à-dire dans la cavité commune et les canaux collecteurs qui reçoivent le produit de la sécrétion des tubes à ferment. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la structure des fibres musculaires chez les Crustacés édriophthalmes.* Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les observations sur le développement des fibres musculaires montrent que, dans une cellule qui doit donner naissance à des éléments musculaires, la substance contractile apparaît d'abord vers la périphérie, sous la membrane, puis se différencie progressivement depuis la périphérie jusqu'à la partie centrale de la cellule. Dans le cas où le protoplasma s'est incomplètement transformé en substance contractile, on reconnaît au centre du faisceau primitif un cordon protoplasmique renfermant des noyaux, et entouré comme d'un manchon par la substance contractile; c'est ce qui arrive, par exemple, chez les Hirudinées (fibres lisses) et dans un grand nombre de cas chez les Insectes (fibres striées). Chez les Édriophthalmes, la cellule myogène n'est pas non plus occupée tout entière par la substance contractile, et une portion plus ou moins considérable du protoplasma renfermant des noyaux persiste chez l'animal adulte; mais ici les faisceaux musculaires présentent ce caractère particulier que la substance contractile occupe la partie centrale de la cellule, tandis que le protoplasma se trouve vers la périphérie. Ces relations sont très constantes chez les Édriophthalmes. Les fibrilles musculaires sont groupées en colonnettes très distinctes, mais les dimensions des cellules myogènes, l'abondance du protoplasma, ainsi que le nombre et la taille des noyaux qu'il renferme, le nombre et les dimensions des colonnettes ou cylindres primitifs, leurs dispositions relatives sont susceptibles de présenter des modifications considérables. Je vais indiquer brièvement, chez quelques espèces d'Amphipodes et d'Isopodes, le mode de groupement des colonnettes et leurs relations avec les cellules qui les renferment, laissant de côté les au-

tres détails de structure de ces muscles, tels que la striation, qui ne présentent d'ailleurs rien de particulier.

» *Amphipodes.* — Chez le *Gammarus pulex*, les cellules musculaires se présentent en coupe transversale, sous forme de champs quadrangulaires ayant environ $0^{mm},015$ de largeur. Les cylindres primitifs très distincts, assez volumineux et plongés dans le protoplasma, occupent, au nombre de dix ou quinze, la partie centrale de la cellule, dont la région périphérique renferme un protoplasma abondant, parsemé de gros noyaux irrégulièrement distribués. Chez le *Talitrus saltator*, les cylindres primitifs sont plus petits, mais plus nombreux, les cellules ont à peu près les mêmes dimensions que chez le *Gammarus;* mais, la substance contractile étant plus abondante, le manchon de protoplasma périphérique est moins épais que dans ce dernier genre. Chez l'*Amphithoe littorina*, les champs musculaires sont plus grands que chez le *Talitrus*, les noyaux sont un peu plus petits et moins nombreux. Chez la *Mœra grossimana*, les éléments sont plus petits, mais sont disposés comme chez le *Gammarus;* il en est de même pour l'*Anonyx Edwardsii.*

» Chez la *Dexamine spinosa*, les faisceaux musculaires, coupés transversalement, se présentent sous forme de champs allongés ayant $0^{mm},026$ de long sur $0^{mm},0052$ de large. Les cylindres primitifs sont très petits et extrêmement rapprochés les uns des autres : ils apparaissent sur les coupes comme de fines granulations trop serrées pour qu'on puisse distinguer entre elles du protoplasma qui n'apparaît que sous le sarcolème, entourant le groupe compact des cylindres primitifs. Les noyaux sont peu nombreux.

» *Isopodes.* — Chez l'*Idotea linearis*, les champs musculaires arrondis offrent des dimensions variables. Les cylindres primitifs nombreux, assez rapprochés les uns des autres, forment un groupe central entouré par le protoplasma riche en noyaux de la cellule myogène. Chez le *Sphæroma serratum*, les cellules musculaires, de tailles très différentes, renferment des cylindres primitifs très volumineux, mais dont le nombre est très variable, les plus grosses pouvant en présenter une dizaine, les petites n'en renfermant que trois, deux, et souvent même un seul. Le protoplasma est très abondant et les noyaux volumineux. Chez la *Ligia oceanica*, les cellules myogènes se confondent souvent les unes avec les autres, mais la disposition des éléments est assez régulière, car les cylindres primitifs ont des dimensions assez constantes et se groupent de manière à laisser entre eux et la membrane de la cellule myogène un intervalle occupé par le proto-

plasma pariétal, qui offre, dans toutes les cellules, la même épaisseur constante. Les noyaux sont petits et peu nombreux.

» Chez le *Cirolana Cranchii*, les coupes transversales des muscles présentent des champs arrondis de $0^{mm},025$ à $0^{mm},030$ de diamètre, entièrement occupés par des cylindres primitifs petits, réunis par groupes très serrés et remplissant, par conséquent, toute la cellule myogène, dans laquelle le protoplasma n'apparaît qu'au pourtour des noyaux ordinairement appliqués contre le sarcolème. Chez le *Conilera cylindracea*, les faisceaux primitifs atteignent des dimensions relativement colossales. Les cellules myogènes forment sur les coupes des champs polygonaux de dimensions variables, mais pouvant atteindre jusqu'à $0^{mm},080$ de long sur $0^{mm},025$ de large, renfermant de très nombreux cylindres primitifs serrés, qui occupent la cellule presque tout entière, sauf une couche de protoplasma très mince, mais cependant bien distincte, qui tapisse la face interne de la membrane et dans laquelle s'observent quelques noyaux.

» Chez les Isopodes parasites (*Anilocra mediterranea, Nerocila bivittata, Cymothoe cestroïdes*), les faisceaux primitifs sont volumineux, de dimensions assez constantes. La partie centrale des cellules myogènes est occupée par un paquet de cylindres primitifs, la région périphérique par un protoplasma riche en noyaux. Les mêmes dispositions se retrouvent chez l'*Asellus,* avec cette différence que les cellules musculaires sont plus petites.

» Les faisceaux musculaires des Édriophthalmes présentent donc, suivant les genres, des différences notables dans les dimensions des cellules myogènes, dans le nombre des cylindres primitifs et dans les relations de ces cylindres avec les cellules où ils se sont différenciés. Le nombre des cylindres primitifs et les dimensions des éléments ne paraissent pas augmenter en raison directe de la taille des animaux, puisque nous voyons des cellules myogènes énormes chez le *Conilera,* plus petites chez le *Cirolana* où elles sont aussi grosses que certaines cellules musculaires de l'*Idotea,* plus petites encore chez la *Lygia* que chez le *Cirolana.* Chez les Amphipodes, on remarque aussi que les cellules myogènes sont plus grandes chez l'*Amphithoe* que chez le *Gammarus.*

» Les dimensions et le nombre des colonnettes présentent aussi des variations considérables d'un genre à un autre. Le nombre des colonnettes est en effet très élevé chez les *Conilera* et *Cirolana*, tandis que chez le *Sphæroma* on ne trouve souvent dans une cellule qu'une seule colonnette, ayant, il est vrai, de grandes dimensions. Entre ces types extrêmes on peut

trouver de nombreux états intermédiaires. Quant au protoplasma qui enveloppe les colonnettes, il est en général abondant et forme un manchon assez épais, mais dans certains cas il se réduit à une mince couche pariétale (*Conilera*), ou même il peut disparaître presque complètement devant le développement de la substance contractile.

» Une dernière remarque encore. Tandis que chez les Isopodes les dimensions des cellules et des colonnettes et le mode de groupement de ces dernières varient beaucoup d'un genre à un autre, ces variations sont moins sensibles chez les Amphipodes. De plus, chez les Isopodes, les dimensions des cellules musculaires présentent souvent d'assez grandes différences chez le même animal; chez les Amphipodes, au contraire, les éléments musculaires ne présentent pas de semblables variations. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'anatomie de la Bilharzie.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« La Bilharzie ou Douve hématobie (*Bilharzia hæmatobia, Distomum hæmatobium*) représente l'un des types les plus curieux et les plus intéressants du groupe des Trématodes : la forme allongée du corps, la diœcie exceptionnelle chez un animal de cette classe et compensée par un accouplement presque permanent, l'habitat dans les vaisseaux sanguins de l'hôte chez lequel ce dangereux parasite ne tarde pas à provoquer de graves désordres, tout concourt à appeler l'attention sur la Bilharzie. Malheureusement sa répartition géographique, ses faibles dimensions et diverses autres circonstances en rendent l'étude assez difficile; dans la plupart des cas, les observateurs n'ont pu examiner que des individus mutilés ou en fort mauvais état de conservation, ce qui explique les lacunes, les divergences et les contradictions qui se remarquent dans la plupart des recherches [1] consacrées à cet Helminthe, dont je me suis efforcé de compléter l'histoire anatomique. Les matériaux de ces études m'ont été envoyés par MM. les Drs W. Innès et Fouquet (du Caire), que je ne saurais trop remercier de leur extrême obligeance.

» Les téguments portent de fins aiguillons, plus nombreux et plus forts

(1) Il convient, toutefois, de mentionner une Note publiée assez récemment par M. G. Fritsch (*Zoologischer Anzeiger*, 1885), et plus exacte que la plupart des travaux antérieurs.

chez la femelle que chez le mâle; sur celui-ci ils sont parfois remplacés par des formations scutiformes, principalement vers la région moyenne du corps. A peine mentionnés, ces aiguillons offrent un intérêt spécial au point de vue nosologique, car on doit vraisemblablement leur accorder une certaine part dans les lésions que détermine la présence du parasite dans les capillaires. M. Fritsch pense que ces appendices permettent à la femelle de se maintenir plus solidement dans le canal gynécophore du mâle; le fait paraît douteux quand on considère la direction de la plupart des aiguillons.

» La musculature somatique s'étend au-dessous de l'enveloppe cutanée et n'offre qu'une épaisseur médiocre, si l'on se reporte à la puissance qu'elle possède dans la généralité des Distomiens; les rapports de cette couche musculaire avec le tégument proprement dit sont très intimes. Quant au parenchyme général, on doit surtout l'étudier vers les extrémités du corps; il présente une structure réticulaire facile à constater.

» L'appareil digestif s'ouvre à l'extérieur par un seul orifice, l'orifice buccal, situé au centre de la ventouse antérieure et donnant accès dans un bulbe pharyngien assez développé. L'œsophage, d'abord étroit, s'élargit ensuite progressivement et, devenant flexueux, se dirige vers la ventouse postérieure. A ce niveau commence l'estomac, qui naît par une brusque dichotomie de l'œsophage; les deux branches ainsi formées s'écartent en délimitant un espace médian, dans lequel se loge presque la totalité des organes internes. En arrière de la région ainsi déterminée, on voit les deux branches gastriques s'incurver respectivement de dehors en dedans et, décrivant une courbe à long rayon, arriver au contact l'une de l'autre; sur le point qui marque leur réunion, s'insère un petit cœcum médian qui s'arrête vers le commencement de la région caudale. Par sa situation, ce cœcum mériterait assez justement d'être désigné sous le nom d'*intestin,* dénomination trop souvent appliquée à la partie moyenne ou gastrique du système; mais son faible développement, les variations qu'il offre suivant le sexe et même suivant les individus, ne permettent de lui accorder qu'une valeur fonctionnelle assez faible.

» Au point de vue histologique, l'appareil digestif se montre limité par une mince paroi revêtue d'un épithélium dont les éléments, courts et renflés, n'existent souvent qu'à l'état de débris; contrairement à ce qui s'observe chez la plupart des Trématodes, les couches musculaires sont peu développées, même au niveau du bulbe pharyngien.

» Il est plus utile d'insister sur la singulière conformation de cet appa-

reil; elle semble avoir été à peine entrevue par quelques auteurs qui l'ont très diversement interprétée. Les descriptions les plus exactes se bornent à indiquer un « intestin ovoïde », et l'on a généralement évité de se prononcer sur une disposition qui paraissait entièrement aberrante. Je crois cependant qu'on peut facilement la rapprocher des formes propres aux autres Trématodes : non seulement certains Polystomiens pourraient être invoqués à cet égard, mais même chez une espèce vulgaire entre toutes, chez la Douve lancéolée, on peut parfois l'observer à l'état d'ébauche.

» On sait que, chez le *Distomum lanceolatum*, l'appareil digestif offre une constitution assez simple : un bulbe pharyngien, très court et globuleux, précède un œsophage assez étendu, suivi de deux longs cœcums simples qui descendent dans les parties latérales du corps. Tel est l'aspect normal; mais, quand on examine un grand nombre d'individus comme j'ai pu le faire durant ces dernières années ([1]), on observe çà et là une évidente tendance vers le rapprochement axile de ces deux cœcums; parfois ils arrivent au contact et cette anomalie peut même se compliquer de l'apparition d'un petit appendice émanant du point où s'est opéré le rapprochement. Cet ensemble rappelle alors singulièrement ce qui s'observe chez la Bilharzie, que les notions fournies par la morphologie comparée et par la tératologie permettent ainsi de rattacher aux types les plus classiques du groupe des Trématodes.

» Dans une prochaine Communication, j'étudierai l'appareil excréteur et les organes génitaux qui, en raison de la séparation des sexes, offrent chez la Bilharzie un intérêt tout particulier. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie de la région du lac Kelbia et du littoral de la Tunisie centrale.* Note de M. G. ROLLAND, présentée par M. Cosson.

« On sait à combien de discussions a donné lieu la question de l'emplacement occupé jadis en Afrique par le lac Triton dont parlent les auteurs anciens.

» L'opinion longtemps la plus accréditée fut qu'autrefois les eaux de la Méditerranée pénétraient dans la région des grands chotts du Sud tunisien et algérien, et formaient à l'ouest de Gabès un bras de mer qui aurait disparu à la suite d'un soulèvement récent; mais cette hypothèse ne s'est pas

---

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1886.

confirmée, et a été contredite, en particulier, par la Géologie, ainsi que je l'ai exposé dans une étude d'ensemble sur la théorie d'une mer quaternaire au Sahara ([1]). Une autre manière de voir, qui compte de sérieux partisans, assimile simplement l'ancienne baie du Triton au golfe de Gabès actuel. Enfin, une thèse nouvelle vient d'être produite et soutenue par M. Rouire, dont on connaît les intéressantes recherches sur le bassin hydrographique du lac Kelbia : ce serait là, d'après M. Rouire, l'ancien bassin du Triton, et le lac Triton se placerait au nord de Sousa, dans les lagunes qui se trouvent au fond du golfe de Hammamet.

» Faisant partie de la Mission de l'exploration scientifique de la Tunisie, j'ai moi-même étudié, en 1885, au point de vue géologique, la région du Kelbia et le littoral de la Tunisie centrale. Ici la Géologie ne fournit pas d'argument décisif, pour ou contre, dans la question même du Triton; néanmoins, ses indications ne sauraient être négligées.

» Les itinéraires que j'ai suivis dans cette région, en compagnie de M. Aubert, ingénieur des Mines à Tunis, sont : de Sousa à Dar-el-Bey et Bir Loubite, par le bord de la mer, itinéraire déjà suivi, en 1877, par M. Pomel ([2]); de Sousa à Dar-el-Bey, par l'intérieur; de Dar-el-Bey à Kairouan; de Sousa à Kairouan et au Djebel Ousselet. Les fossiles recueillis ont été déterminés, pour la plupart, par le regretté M. Fontannes.

» Le lac Kelbia, où aboutit le système hydrographique de la Tunisie centrale, est tout à fait comparable à un chott saharien, sauf que son bassiu n'est pas rigoureusement fermé; le seuil qui le sépare des lagunes littorales, au nord-est, est entaillé, en effet, par le thalweg de l'oued Menfès, lequel permet accidentellement au lac, quand son niveau s'élève, de déverser son trop-plein. Les vastes plaines et les régions mamelonnées qui s'étendent tout autour de cette grande dépression, entre la mer et les montagnes, sont constituées par des atterrissements sableux et sablo-argileux, plus ou moins gypsifères, d'origine diluvienne et de nature continentale, semblables aux atterrissements du Sahara, auxquels ils se relient, d'ailleurs, par la sebkha Sidi-el-Hani et par le Sahel (atterrissements anciens et quaternaires proprement dits, alluvions modernes).

» A l'ouest, se dressent les massifs montagneux de la Tunisie centrale, en terrains Nummulitiques et Sénoniens ([3]). Les premiers reliefs à l'ouest

([1]) G. Rolland, *La mer saharienne* (*Revue scientifique*, 6 décembre 1884).

([2]) A. Pomel, *Géologie de la côte orientale de Tunisie*; 1884.

([3]) G. Rolland, *Du Kef à Kairouan* (*Comptes rendus*, 7 juin 1886).

de Kairouan sont en grès et marnes nummulitiques à *Ostrea strictiplicata*. La même formation se retrouve à l'ouest de Dar-el-Bey, dans les premiers contreforts du massif du Zaghouan ([1]); mais ici elle est flanquée d'une formation Miocène, en calcaires et grès coquilliers, avec *Pecten Vindascinus*, Font., var., *Ostrea Thomasi*, Font., mss., *Echinolampas amplus*, Th. Fuchs, de très grande taille, etc. Ces couches miocènes constituent les collines de Takrouna, ainsi que la chaîne si curieuse des Souatir, sorte de mur naturel qui se dirige en ligne droite sur plus de 30^{km} au travers de la plaine uniforme du Kelbia ([2]).

» A l'est, d'autres formations apparaissent sur les côtes de la mer. Le Pliocène marin est représenté par des grès et sables jaune clair, avec argiles sableuses, dont l'épaisseur visible atteint 50^{m}; j'y ai recueilli *Pecten* cf. *polymorphus*, *P. Rollandi*, Font., mss., une grande valve d'huître, sans doute *O. foliosa*, citée par M. Pomel, et des échinides en débris. Cette formation constitue la colline de Sousa et la région déchiquetée qui se trouve au nord-ouest. Elle ne reparaît, au nord, que près de Bir Loubite, et règne sur toute la plaine basse qui s'étend du golfe de Hammamet au golfe de Tunis, de sorte qu'à l'époque pliocène un bras de mer isolait le massif du cap Bon du reste de la Tunisie et en faisait une île distincte. C'est sans doute à la même formation qu'appartiennent les terrains traversés, sous les atterrissements, par le sondage de Dar-el-Bey.

» Le Quaternaire marin est représenté ensuite par des cordons littoraux, anciennes plages soulevées, comme on en trouve sur tout le littoral barbaresque. Ce sont des grès coquilliers, gris jaunâtre, à gros grains de quartz, avec nombreux *Pectunculus violascens* Lam., var., et *Cardium edule*, et avec *Cerithium vulgatum*, *Arca Noæ*, *Donax trunculus*, *Loripes*, etc.; M. Pomel y a signalé, de plus, le *Strombus mediterraneus*, qui ne vit plus dans la Méditerranée : il considère que « l'époque d'émersion de ces plages remonte assez haut dans les temps quaternaires ». Ces grès grossiers constituent le mamelon d'Herkla, haut de 35^{m}, au bord même de la mer, ainsi que les deux éperons qui s'en détachent, le Drà Rouigel, à l'ouest, et le Dra Herkla, au sud. Le Dra Herkla figure un isthme étroit, long de 8^{km}, entre la mer et la sebkha ou lagune Halk-el-Menzel; du côté du large, cette plate-forme se termine par une falaise abrupte, au pied de laquelle on aperçoit sous l'eau d'autres bancs de grès semblables; du côté de la sebkha,

---

([1]) G. Rolland, *Le Zaghouan* (*Comptes rendus*, 7 décembre 1885).
([2]) Notons une série de sources naturelles, à l'extrémité sud des Souatir.

il y a eu dénudation et dépôt d'atterrissements, ceux-ci avec *Helix, Bulimus* et coquilles marines roulées. J'ai distingué trois coupures naturelles dans cet isthme quaternaire : la troisième, située à l'extrémité sud, sert de passage à un petit cours d'eau, par lequel on peut voir encore de nos jours, quand il pleut, la sebkha écouler ses eaux vers la mer. Au sud de cet oued et de la sebkha, ce ne sont plus que des terrains d'atterrissement. De même au nord d'Herkla : de ce côté se trouve la sebkha ou lagune Djeriba, séparée de la mer par une mince langue de terre, qui présente également plusieurs solutions de continuité. Il faut aller jusqu'à Bir Loubite, au nord, pour rencontrer de nouveau des plates-formes de grès quaternaires, reposant ici sur le terrain Pliocène.

» Signalons enfin des *Cardium edule* recueillis par M. Rouire sur la rive nord du lac Kelbia, où ils se trouvent en grande quantité à la surface du sol, avec des coquilles terrestres d'espèces actuelles. Ces *Cardium*, d'après leur conservation et leur forme générale, paraissent très récents; ils sont nettement distincts des *Cardium* d'Herkla, lesquels ont un facies ancien et sont plus franchement marins; mais ils se rapprochent beaucoup des *Cardium* des chotts sahariens, et l'on sait que ceux-ci ne représentent pas des espèces vraiment marines, mais bien plutôt des espèces d'eaux saumâtres. Les mêmes *Cardium* se rencontrent sur la rive sud-est de la sebkha Halk-el-Menzel.

» En somme, l'étude géologique du littoral de la Tunisie centrale m'a conduit aux conclusions suivantes. Depuis les temps historiques, la configuration et le relief du sol y sont restés sensiblement les mêmes. A l'époque romaine, il est possible que le niveau général des eaux ait été plus élevé, par suite d'un régime de pluies plus abondantes; mais, alors comme aujourd'hui, le lac Kelbia ne communiquait avec la mer que d'une manière intermittente et par un cours d'eau de peu d'importance, et, quant aux lagunes du littoral, elles ne formaient pas de baies maritimes, mais des lacs peu profonds, se déversant dans la mer par des embouchures étroites. »

GÉOLOGIE. — *Sur les gisements de l'étain, au point de vue géologique.* Extrait d'une Lettre de M. **Reilly** à M. Berthelot.

« Je n'ai pas besoin d'insister sur le fait de la rareté des gisements exploitables d'étain : leur nombre n'est pas grand, et le détail en est bientôt fait.

» Ce sont, en Europe, le Cornwall (et la Bretagne), la Saxe et la Bohême;

» En Asie (connus et travaillés jusqu'à présent), les îles de Banca et de Blitong, le territoire de Siak, l'île de Sumatra (surtout), le détroit de Malacca, etc., c'est-à-dire une longue bande de 200 myriamètres de longueur sur 10° de largeur en développement;

» En Australie, le pays de la Nouvelle-Galles, et plus particulièrement la province de Victoria;

» Dans l'Amérique du Nord, certaines parties du Mexique;

» Dans l'Amérique du Sud, la Bolivie et notamment les environs de Potosi.

» Il y a bien quelques autres gisements de moindre importance, mais qui ne constituent pas des centres d'exploitation comparables à ceux que je viens de détailler.

» Le point sur lequel je désire attirer l'attention, c'est que les principaux gisements (à l'exception du Mexique et de la Bolivie) se trouvent reliés par un grand cercle que j'appelle l'*axe de Sumatra*. J'en avais fait le tracé lors d'une étude *Sur la corrélation des lignes de direction à la surface du globe*, présentée à l'Académie royale d'Irlande en juin 1879, et faisant partie de ses *Transactions* (vol. XXVI, n° 21, p. 611); je crois devoir ajouter que ces grands cercles ont été établis sur des considérations purement théoriques et sans relation aucune avec l'existence de gisements métallifères dans les pays qu'ils traversent.

» Le grand cercle de l'*axe de Sumatra* passe par les localités suivantes, en allant de Sumatra vers le nord-ouest : les îles Nicobar, la côte orientale de l'Inde (à Chicacole), à Moultan, au nord de Hérat (à 1° à peu près), à la même distance au nord de Meschad (c'est-à-dire en longeant la frontière nord du Khorassan); il traverse la mer Caspienne, passe à Derbent et à Ekaterinodar, en longeant la chaîne du Caucase; traverse les monts Carpathes, la Bohême, la Saxe (l'Odenwald); passe le Rhin à Worms; traverse le nord de la France; passe près du Havre et longe les Côtes-du-Nord et le Finistère, en face de Cornwall; traverse l'Atlantique, passe par la Colomie et la Nouvelle-Grenade; prend la côte de l'Ecuador, depuis la baie de Buenventura jusqu'au cap San Lorenzo; traverse le Pacifique, touche le point sud-ouest de la Nouvelle-Zélande; passe au point nord-est de la Tasmanie; suit la côte de la province de Victoria, en Australie; traverse l'Australie, du port Philip, dans le sud-est, à un point situé près du point Larrey sur la côte nord-ouest, et rejoint l'île de Sumatra au détroit de Torres, dans le voisinage de la ville de Bentam.

» Ainsi, à ce grand cercle sont plus ou moins étroitement liés le *Khoras-*

san, la *Bohême* et la *Saxe*, la côte nord de la France, *en face du Cornwall*, et la *province de Victoria*, en Australie, tous pays renommés pour la production de l'étain. La Nouvelle-Grenade n'est pas connue comme source d'étain, mais elle est célèbre par ses gisements d'or et de platine, métaux avec lesquels se trouve fréquemment associé l'étain.

» Ces observations me paraissent de nature à suggérer des considérations de l'ordre de celles qui ont été si remarquablement développées par M. de Chancourtois pour les gisements des huiles minérales. »

SYNTHÈSE MINÉRALOGIQUE. — *Sur de nouveaux procédés de reproduction artificielle de la silice cristallisée et de l'orthose.* Note de M. **K. de Kroustchoff**, présentée par M. Fouqué.

« La Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour but d'appeler l'attention sur de nouvelles synthèses de la silice cristallisée et de l'orthose par des procédés directement applicables à la Géologie; je me suis attaché à exclure ces moyens complexes, bien qu'aisément réalisables dans les laboratoires, mais dont l'intervention naturelle ne pourrait être admise qu'avec une extrême réserve et tout à fait exceptionnellement. Or les agents les plus puissants lors de la formation, puis de la modification de l'écorce terrestre, sont l'eau, la chaleur et la pression.

» Mes premières synthèses de silice cristallisée d'après ce principe datent de 1870 (1) : en chauffant à 250°, en vase clos, une solution aqueuse de silice dialysée, j'ai réussi à faire cristalliser le quartz et, en élevant la température à 350°, la tridymite. Mais la cristallinité de ces premiers produits ne se manifestait qu'à de très forts grossissements, en sorte qu'il était à désirer qu'on obtînt des cristaux plus grands.

» Après bien des tâtonnements, j'ai enfin adopté le mode opératoire suivant :

» 1° On a préparé une solution aqueuse de silice dialysée, chimiquement pure, contenant environ 10 pour 100 de silice anhydre;

» 2° Au lieu de tubes scellés, j'ai employé de petits ballons allongés en verre vert, ayant des parois très épaisses (au moins $0^{m},005$), contenant environ 150^{cc}; le col en était étranglé d'avance, afin de faciliter la fermeture au chalumeau;

(1) *American Chemist*, t. III, 8e fasc., p. 281; 1873.

» 3° Le bain était formé d'une caisse en fer-blanc remplie de sable dans lequel on noyait plusieurs ballons; le tout était recouvert d'un disque en fonte très lourd, percé d'un trou pour le passage d'un thermomètre;

» 4° La chaleur était fournie par un triple bec de gaz; on pouvait régler la température à l'aide d'un thermo-régulateur à mercure.

» Première série d'expériences : on chauffa plusieurs mois à 250° des ballons à demi remplis de la solution de silice. Deuxième série : comme la première. Troisième série, on a ajouté à la silice dialysée un peu d'alumine dialysée et de potasse; cette fois, on a chauffé à 300° pendant plusieurs mois. Voici les résultats obtenus :

» 1° Précipité blanchâtre, contenant des cristaux de quartz bipyramidés atteignant 1^{mm} ; ceux-ci sont isolés, ou bien groupés par deux à quatre individus, ou se pénétrant mutuellement. D'une limpidité parfaite, ils offrent les formes typiques du quartz filonien; le prisme $e^2(10\bar{1}0)$, le rhomboèdre direct $p\,(10\bar{1}1)$ prédominant, le rhomboèdre inverse $e^{\frac{1}{2}}\,(01\bar{1}1)$ très peu développé, et rarement le plagièdre droit ou gauche $s = d^1 d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{2}}\,(51\bar{6}1)$. Quelques individus montrent en outre des zones d'accroissement bien nettes et parfois une fine rayure sur e^2, parallèlement à l'arête $e^2 s$.

» 2° Précipités cristallins analogues aux précédents; il y a lieu de noter qu'un des cristaux présentait plusieurs inclusions à bulles mobiles très petites, mais dans lesquelles le mouvement de la bulle était très apparent lorsqu'on chauffait la préparation à 100°.

» 3° Précipité blanchâtre un peu plus volumineux, contenant de très petits cristaux de quartz ($0^{mm},08$) semblables aux précédents, et une petite quantité de minces lamelles rhombiques offrant les mêmes caractères optiques, physiques et chimiques, que l'orthose adulaire préparée par MM. Friedel et Sarasin (1).

» Les essais qui précèdent ressemblent beaucoup, par les dispositions adoptées et par les produits obtenus, à ceux de ces derniers expérimentateurs; ils s'en distinguent par la température plus basse, la durée plus longue et l'emploi de liqueurs moins chargées de réactifs. On voit donc que le temps peut suppléer dans une certaine mesure à l'action des autres facteurs, température et influence des agents minéralisateurs. »

(1) Grâce à l'extrême obligeance de M. le professeur Friedel, j'ai pu comparer ses produits avec les miens.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la disposition comparée des faisceaux dans le pétiole des plantes herbacées et ligneuses.* Note de M. **Louis Petit**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que les faisceaux qui parcourent le pétiole se montrent sur la *caractéristique* (coupe terminale du pétiole), tantôt distincts, tantôt soudés en anneau. Certains auteurs, notamment M. C. de Candolle (¹), ont pensé que ces deux dispositions étaient incompatibles dans les plantes d'une même famille, et qu'elles constituaient par leur constance d'importants caractères taxonomiques. Les recherches que je poursuis sur le pétiole (²) m'ont montré que cette assertion, vraie pour certaines familles, ne l'est pas pour d'autres. Je dois ajouter que, même dans le premier cas, on rencontre des dispositions anormales qui, jusqu'à présent, sont demeurées sans explication.

» Prenons quelques exemples. Si nous considérons des Crucifères, des Composées, des Ombellifères, des Cucurbitacées, nous voyons qu'elles possèdent toutes des faisceaux distincts. Si nous nous adressons à des Cupulifères, à des Salicinées, nous trouvons toujours des anneaux libéro-ligneux. Toutes ces familles présentent donc au point de vue où nous nous plaçons une grande homogénéité.

» Il n'en est plus de même si nous étudions d'autres familles. Ainsi, parmi les Urticées, l'Ortie et la Pariétaire nous montrent des faisceaux distincts et périphériques; tandis que chez le Mûrier ou le Figuier il existe un anneau libéro-ligneux central. Parmi les Papillonacées, le Cytise, le Robinier renferment des anneaux; le Trèfle, la Luzerne, le Sainfoin, des faisceaux séparés. Je crois que ces deux derniers exemples, empruntés à des familles bien naturelles, prouvent suffisamment l'incertitude du caractère qui nous occupe. Cependant la coalescence des faisceaux ne se produit pas d'une façon quelconque.

» Formons, avec les espèces appartenant aux familles citées plus haut, deux groupes : l'un comprenant les plantes à faisceaux séparés, l'autre les plantes à faisceaux annulaires, et nous verrons que le premier ne ren-

---

(¹) C. de Candolle, *Anatomie comparée des feuilles.*

(²) *Voir* à ce sujet mes précédentes Communications à l'Académie (séances du 11 et du 25 octobre 1886).

ferme que des plantes herbacées, le second que des plantes ligneuses. Quant aux plantes herbacées, mais de haute taille, elles offrent des caractères mixtes. Ainsi, par exemple, l'*Humulus Lupulus*, le *Lophospermum scandens* ont un certain nombre de faisceaux disposés en cercle et reliés entre eux par du liber seulement. Nous pouvons donc formuler cette règle, qui s'applique à un grand nombre de familles : *Dans les plantes herbacées, le pétiole a des faisceaux distincts; dans les plantes ligneuses, des faisceaux soudés en anneau (complet ou non). Les herbes qui ont une taille élevée présentent une disposition intermédiaire.*

» Certains faits particuliers démontrent encore la justesse de cette règle. Ainsi tous les *Rumex* ont des faisceaux distincts; cependant on aurait pu croire que, dans les espèces à grandes feuilles (*R. obtusifolius*, *R. Hydrolapathum*), où par conséquent le pétiole doit être plus rigide, les faisceaux pétiolaires se soudent en un cylindre creux; il n'en est rien. L'accroissement de résistance du système libéro-ligneux est dû à des faisceaux surnuméraires placés en dedans des faisceaux périphériques. Nous voyons, en passant, que la présence de ces faisceaux centraux n'a pas même la valeur d'un caractère générique. Nous trouverions des dispositions analogues dans les Ombellifères, les Crucifères, les Composées, etc.

» Dans les Renonculacées, le pétiole a des faisceaux distincts; cependant, chez le *Pæonia Moutan*, ils forment un anneau à peine interrompu. Or les Renonculacées sont, en général, des herbes; le *P. Moutan*, au contraire, est une plante ligneuse. Ce cas exceptionnel vient donc confirmer la proposition que nous avons énoncée plus haut.

» Néanmoins, cette proposition, bien qu'exacte dans un grand nombre de cas, n'est pas encore d'une généralité absolue. Il peut arriver, en effet, que des plantes ligneuses aient des faisceaux distincts (*Pyrus*, *Punus*), ou bien que des plantes herbacées aient des faisceaux annulaires (*Malva*); mais, dans les deux cas, les plantes ligneuses se distinguent encore des herbes par le plus grand développement du système libéro-ligneux.

» Tous ces faits peuvent se résumer de la façon suivante : *En général, le pétiole a des faisceaux distincts dans les herbes, fusionnés en anneau dans les plantes ligneuses. Chez les familles qui font exception à cette règle, les plantes ligneuses se distinguent encore des herbes par le plus grand accroissement ou la coalescence plus complète du système libéro-ligneux.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 23 février, enregistré à l'observatoire de Perpignan.* Note de M. **Fines**, présentée par M. Mascart.

« Les secousses du tremblement de terre qui vient de sévir sur nos côtes orientales de la Méditerranée, au commencement de la journée du 23 février, ont été à peine perçues par un petit nombre de personnes à Perpignan; néanmoins les ondulations du sol ont été enregistrées à l'observatoire par le sismographe, et les appareils magnétiques ont été fortement troublés.

» La plus forte secousse a été seule appréciable en Roussillon. Le tracé des oscillations a été obtenu avec le sismographe du P. Cecchi. On y voit l'axe des oscillations horizontales nettement dirigé de O. $\frac{1}{4}$ S.-O. à E. $\frac{1}{4}$ N.-E., et l'on distingue les mouvements du sol qui, après s'être porté de droite à gauche et de gauche à droite, semble avoir tournoyé sur lui-même. Le pendule qui a tracé ces mouvements a $1^m,86$ de longueur; l'amplitude maximum a été de $1°8'$.

» Malheureusement nous n'avons pu inscrire les oscillations verticales, qui existaient cependant.

» Les trois courbes du magnétographe montrent que la balance magnétique et surtout les appareils de variations pour la composante horizontale et la déclinaison ont été mis brusquement en oscillations à $5^h 47^m$.

» A 6^h du matin, M. Arabeyré a vu les barreaux des instruments magnétiques à lecture directe *sauter* verticalement sans se déplacer horizontalement.

» M. Cœurdevache faisait, quelque temps après, des mesures absolues de la composante horizontale. A $7^h 46^m$ il commençait la première série pour déterminer la durée de cent oscillations du barreau aimanté et il la terminait à $7^h 54^m$; l'intervalle de chaque vingt oscillations n'a pas varié de plus d'un dixième de seconde, il n'y avait pas en ce moment la moindre irrégularité. Après avoir commencé la seconde série à $8^h 14^m 36^s$, il a dû s'arrêter à la quarantième oscillation ($8^h 17^m 44^s$), parce que les *saccades verticales* du barreau ne lui ont plus permis de distinguer le moment du passage du repère sur le réticule. Ce serait donc l'instant du début d'une nouvelle secousse légère, appréciable à la boussole, mais qu'on ne peut reconnaître sur le tracé sismographique, si elle a été enregistrée. M. Cœur-

devache descendit immédiatement dans les caves pour consulter les instruments magnétiques à lecture directe et les enregistreurs. Tous sautillaient, sauf la balance, qui était fixe en ce moment et ne l'était pas à 6^h du matin. »

Remarques de M. **Mascart** *au sujet de cette Communication.*

« L'agitation des instruments magnétiques pendant le tremblement de terre du 23 février mérite une attention particulière, parce qu'elle a mis en évidence un fait important.

» M. Moureaux, qui dirige ce service avec tant d'habileté à l'observatoire du Parc Saint-Maur, m'a remis également la Note suivante :

» Le tremblement de terre du 23 février s'est manifesté par une brusque agitation des appareils de variations.

» Les courbes relevées à l'enregistreur magnétique portent une trace très nette du phénomène qui s'est produit à $5^h 45^m$ du matin (temps moyen de Paris).

» Le déclinomètre, le bifilaire et la balance ont été affectés au même degré. L'oscillation paraît avoir duré plusieurs minutes; son amplitude totale au début a été d'environ 7′.

» D'autre part, l'enregistreur magnétique de l'observatoire de Lyon indique les mêmes perturbations débutant à $5^h 55^m$, d'après M. André. Enfin, aucune trace de perturbation n'est sensible sur les courbes du magnétographe de Nantes.

» Une première circonstance remarquable est la simultanéité des effets observés, puisque les heures de Perpignan et de Lyon sont respectivement en avance de 2^m et de 10^m sur l'heure de Paris.

» Il ne semble donc pas que l'effet observé soit un mouvement propagé par le sol, comme notre Confrère M. Fouqué [1] avait cru pouvoir le conclure des perturbations observées à Greenwich et à Wilhelmshaven pendant le tremblement de terre du 25 décembre 1884 (*Comptes rendus*, t. C, p. 1051 et 1436).

» En second lieu, le mouvement des barreaux ne présente aucune analogie avec ceux qui correspondent aux perturbations magnétiques ordi-

[1] M. Fouqué a eu l'obligeance de m'informer que, dans un Mémoire en cours de publication et destiné au *Recueil des Savants étrangers*, il arrive à une conclusion différente.

naires; il ressemble beaucoup, au contraire, aux vibrations que l'on obtient par l'action des courants momentanés que l'on utilise pour produire les repères de l'heure, avec cette différence que les oscillations paraissent avoir été entretenues pendant plusieurs minutes. Les appareils magnétiques auraient donc enregistré, non pas les mouvements du sol, mais plutôt le passage de courants électriques produits dans le sol à une certaine période du tremblement de terre, et l'on s'expliquerait aisément que l'action ne fût pas appréciable dans l'ouest de la France.

» Cette manière de voir est confirmée par les soubresauts et les saccades verticales que MM. Cœurdevache et Arabeyré ont eu la bonne fortune de constater plus tard. Une secousse du sol peut bien donner à des barreaux aimantés, suspendus par un fil, un mouvement pendulaire qui ne se traduirait pas sur les enregistreurs, mais on ne conçoit pas facilement qu'elle soit capable de leur imprimer une oscillation autour d'un axe vertical. »

M. Daubrée signale un télégramme annonçant que le sismoscope de l'observatoire du Gouvernement, à Washington, a éprouvé, mercredi 23 février, une perturbation consistant en chocs répétés. Eu égard à la différence de longitude, il en résulterait une vitesse moyenne de transmission de 500 milles ou 800^{km} par heure, soit 220^{m} par seconde.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les effets du tremblement de terre du 23 février 1887 dans la Suisse orientale.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« La secousse principale et quelques secousses consécutives se sont propagées jusqu'au nord des Alpes.

» *Grande secousse.* — Elle a été sentie très généralement dans les cantons de Genève, Vaud, Neuchâtel, Valais, Fribourg et le sud de Berne. Les observations qui nous ont été envoyées sont très nombreuses; comme toujours, elles indiquent que certaines localités, dans la même zone de l'aire sismique, ont été plus fortement ébranlées que d'autres; le Haut-Valais, qui est d'ordinaire un territoire favori des tremblements de terre, semble avoir été peu agité cette fois-ci.

» Signalons, à ce propos, les différences considérables dans la sensibilité des différents individus. A certains de mes correspondants, aucune secousse n'a jamais échappé; d'autres, et je suis de ces derniers, ne les

sentent jamais. Cela tient incontestablement en partie aux conditions d'habitation et de localité, mais aussi à une excitabilité fort différente de l'attention.

» L'aire sismique s'est étendue jusqu'au nord de la Suisse; il y a eu quelques observations isolées à Lucerne, Zurich, Bâle, etc.

» La secousse a présenté, partout dans notre région, un caractère oscillatoire prolongé très évident, signalé par tous les observateurs. Ceux qui peuvent la comparer à d'autres secousses précédemment ressenties indiquent tous la durée considérable du mouvement oscillatoire, évalué à dix, vingt, trente secondes même.

» Les observations des sismographes japonais nous ont appris que la trépidation sismique dure en général assez longtemps, une, deux ou trois minutes (et même dix minutes dans le tremblement de terre du 15 janvier 1887, $6^h 51^m$ soir, temps moyen de Tokio, la secousse la plus prolongée qui ait jamais été scientifiquement enregistrée); mais il est très rare que l'oscillation sensible à l'homme, lorsqu'elle est aussi faible que celle du 23 février dans notre région, soit perçue pendant plus de quelques secondes. Dans la secousse de mercredi dernier, le carillon de l'église de Morges a frappé une douzaine de coups.

» L'oscillation a eu lieu, suivant les localités, ou bien dans le sens longitudinal (parallèle au rayon de l'aire sismique), ou bien dans le sens transversal. Je n'ai pas reçu une seule observation, venant de mon diocèse, qui parle d'une oscillation verticale. C'est la première fois, depuis que je m'occupe de l'étude de ces phénomènes, que je vois manquer aussi complètement la composante verticale de l'oscillation. Cela tiendrait-il à notre position aux confins extrêmes de l'aire sismique?

» Les effets mécaniques dans notre pays ont été peu actifs et sont mal en rapport avec la perception très générale du phénomène : quelques sonnettes ont teinté, quelques portes se sont ouvertes, quelques tas de bois se sont éboulés. Ce que j'ai à noter de plus remarquable, c'est le nombre important d'horloges qui se sont arrêtées; jamais jusqu'ici je n'ai vu une telle fréquence de cet accident; il est signalé à Lausanne, au Locle, à la Chaux-de-Fonds, à Sonceboz, à Zurich, à Bâle, etc. Il nous servira à constater l'heure exacte de la secousse.

» L'intensité de la secousse exprimée d'après l'échelle de Rossi-Forel, qui compte dix numéros de la plus faible à la plus énergique, a été dans notre région entre les n°s III et IV, tandis qu'au centre sismique elle a été du n° X.

» L'heure de la secousse nous est donnée très précisément par quelques bonnes observations provenant surtout d'horloges régulatrices; je la réduis ici en temps moyen de Paris :

Morges (observation directe, fin de la secousse)...........	$5^h.44^m.11^s$
Locle (arrêt d'un régulateur)...........................	5.44
Locle (observation directe, commencement des craquements).	5.42.9
Chaux-de-Fonds (arrêt d'un régulateur)..................	5.44.3
Sonceboz (arrêt d'un régulateur)........................	5.43
Meyringen...	5.43.5
Berne (sismographes enregistreurs)......................	5.43.5
Zurich (arrêt des régulateurs)..........................	5.45
Bâle (arrêt d'une pendule astronomique).................	5.43.52

» Les différences peu importantes que nous avons ainsi, pour l'instant de la secousse, proviennent de la distance inégale des diverses localités au centre sismique; de la durée prolongée de la secousse qui a été observée ou constatée par l'arrêt des pendules, au commencement ou à la fin des oscillations; sans parler des irrégularités de la marche des horloges, qui n'étaient pas toutes des horloges astronomiques.

» *Secousses consécutives.* — Une dizaine de minutes après la grande secousse, divers observateurs de notre région ont constaté une seconde secousse plus faible; une troisième secousse, à 8^h30^m, a été notée par quelques personnes. Il est intéressant de voir cette dernière secousse, dont l'intensité a été relativement faible dans le centre d'ébranlement, se propager à une aussi grande distance.

» D'autres secousses nous sont signalées par des observations isolées :

24 février.	Aubonne..................	2^h47^m matin.
25 »	Lausanne..................	1^h42^m »

» Sont-ce des secousses consécutives, parties du centre sismique, ou bien sont-ce des secousses secondaires locales, qui se développent fréquemment dans l'aire sismique à la suite de l'ébranlement général de la grande secousse? Nous ne pourrons en juger que lorsque les détails précis du grand phénomène nous seront mieux connus. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre du 23 février, à Nice.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Au moment du phénomène je me trouvais à Nice, rue Delille, à la station agronomique des Alpes-Maritimes. Déjà réveillé et encore couché, j'entendis d'abord, à 6h43m, comme un frémissement venant de loin, auquel je n'attachai pas d'importance; il grandit rapidement, prit les proportions du roulement d'une brouette, puis d'une voiture lancée avec une vitesse de plus en plus grande; il acquit bientôt une intensité épouvantable, rappelant les éclats du tonnerre. En même temps, toute la chambre se mit à vibrer; les vitres, les portes, ajoutèrent leur note au concert, et sans confusion avec le premier bruit, il y eut quelque chose d'analogue à l'assourdissant vacarme qu'on entend dans un omnibus presque vide. Subitement mon lit se mit en mouvement, d'abord des pieds vers la tête, puis transversalement, de mon pied droit à mon épaule gauche, et je ressentis une quinzaine au moins de chocs rapides donnés comme avec fureur, alternativement dans deux sens opposés. C'est seulement à ce moment que je me rendis compte de la cause du phénomène : j'entendis ensemble les cris de la rue, les hurlements de nombreux chiens, la chute de lourds matériaux et le frôlement contre les fenêtres des bambous du jardin, bien qu'il n'y eût pas de vent. Le temps était admirablement pur, la température et la pression élevées, la mer absolument calme. L'accroissement successif du bruit souterrain me semble avoir un grand intérêt au point de vue de la théorie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février, à Voreppe (Isère).* Extrait d'une Lettre de M. **A. Tissot** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Voreppe (Isère), le 23 février 1887.

» Le 23 février, vers 6h du matin, on a ressenti, à Voreppe (Isère), trois légères secousses de tremblement de terre, se succédant à quelques secondes d'intervalle, et consistant chacune en une oscillation horizontale du nord-ouest vers le sud-est, puis du sud-est vers le nord-ouest.

» A ma connaissance, elles n'ont été accompagnées d'aucun bruit souterrain ni d'aucun phénomène particulier. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les relations qui peuvent exister entre les variations magnétiques et les tremblements de terre.* Extrait d'une Lettre de M. **Léon Descroix** à M. le Secrétaire perpétuel.

« L'idée viendra, cette fois encore, de rechercher s'il n'y a pas eu de relations entre les variations magnétiques et les tremblements de terre. A

propos des catastrophes récentes de l'Espagne on n'a rien démêlé de bien net. Cette fois, il me semble qu'il s'est produit quelque chose de particulier.

» .... Depuis le 19 février, l'état de trouble des boussoles (déjà très marqué depuis le 9 et surtout le soir du 14) prend un caractère particulier, que ne m'expliquent plus les circonstances atmosphériques.....

» L'aspect des courbes dont je remets un calque à l'Académie ([1]) me conduit à penser qu'il serait extrêmement instructif de pouvoir comparer, sous le rapport des effets magnétiques, les courbes enregistrées de Perpignan, Nice, Rome et Lyon. J'espère que ces rapprochements, auxquels on a sans doute déjà pensé, accuseront des divergences qu'on n'est point accoutumé de rencontrer quand il s'agit d'aurores boréales; divergences d'une autre sorte aussi que celles qui sont dues aux phénomènes météorologiques proprement dits. D'où, pour l'avenir, un enseignement peut-être sur l'utilisation des données magnétiques au point de vue du pronostic séismique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février, à Saint-Tropez.* Extrait d'une Lettre de M. **J. Réveille** à M. Faye.

« Saint-Tropez, le 23 février 1887.

» A Saint-Tropez, le phénomène n'a eu qu'une faible intensité : la secousse s'est produite le 23 février, à $5^h 55^m$ du matin; elle a duré seize secondes. Les personnes qui se trouvaient dans les rues ne se sont presque pas aperçues du phénomène; dans les maisons et particulièrement dans les étages élevés, une trépidation de tous les meubles a effrayé les habitants. Plusieurs personnes se sont levées précipitamment et sont descendues dans la rue.

» Une petite secousse, presque insensible, a eu lieu à $8^h 40^m$ du matin. »

A la suite d'observations présentées par divers Membres, et sur la proposition de M. le Président, l'Académie décide que les Communications relatives aux tremblements de terre récents seront renvoyées à une Commission, pour en tirer, s'il y a lieu, quelques conclusions générales. La Commission verra, en outre, quels sont les instruments dont il serait désirable que nos observatoires fussent dotés pour l'étude de ces phénomènes

---

([1]) Observations faites à l'observatoire municipal de Montsouris.

et quels sont, à cet égard, les vœux qu'il conviendrait d'adresser au Gouvernement.

Cette Commission comprendra les Sections d'Astronomie, de Physique, de Minéralogie et de Géographie et Navigation.

M. **D. Démoulin** indique une correction à introduire dans une Note de dom *Lamey* sur la périodicité moyenne des taches de Jupiter (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 279). Cette Note indique, à tort, pour la période de la tache rouge, d'après M. Niesten, six à sept ans, au lieu d'une valeur comprise en cinq et six ans.

La séance est levée à 5 heures. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 février 1887.

Charles Robin. *Sa vie et son œuvre; par* Georges Pouchet. Paris, Félix Alcan, 1887; vol. in-8°. (Présenté par M. Vulpian.)

Sur la toxicité de l'acétylène; par Alphonse-Lupu Brociner. Paris, Moquet, 1887; br. in-8°. (Présentée par M. Chatin.)

Recherches expérimentales pour expliquer l'absorption du soufre introduit par la voie gastro-intestinale; par M. J. de Rey-Pailhade. Toulouse, Durand, Fillous et Lagarde, 1886; br. in-8°.

Recherches sur le mécanisme de la respiration chez les Myriopodes; par M. Jules Chalande. Toulouse, Durand, Fillous et Lagarde, 1886; br. in-8°.

Le procès de la nomenclature botanique et zoologique; par le Dr Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1886; br. in-8°.

Recherches sur les anciens herbaria; par le Dr Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1886; br. in-8°.

Prédictions climatologiques; par François Rigaud. Villeneuve-sur-Lot, Édouard Chabrié, 1887; br. in-12.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France, t. CXXX. Paris, J. Tremblay, 1886; vol. in-8°.

Recueil d'études paléontologiques sur la faune crétacique du Portugal. Vol. I : *Espèces nouvelles ou peu connues; par* Paul Choffat, 1re série, Lisbonne, 1886; br. in-4°. (Présentée par M. Hébert.)

Curso de Silvicultura; por Antonio Xavier Pereira Coutinho. T. I : *Botanica florestal.* Lisboa, 1886; vol in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1885. Berlin, A. Asher et C°, 1887; vol. in-4°.

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek, voor 1878, *uitcegeven door het koninklijk nederlandsch meteorologisch Institut;* zeven en twintigste Jaargang, tweede Deel. Utrecht, Kemink et Zoon, 1886; un album.

ERRATA.

(Séance du 21 février 1887.)

Page 499, équation (4), *au lieu de* $F = E - R\int i\,dt$, *lisez* $F = Et - R\int i\,dt$.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 MARS 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Détermination de la constante d'aberration; premier et second procédé* (*Conclusions*); par M. Lœwy.

« Nous avons à établir l'équation de condition qui permet de calculer, pour un couple d'étoiles sans aberration, l'époque où les deux astres se trouvent à la même hauteur au-dessus de l'horizon. On a, en se rapportant aux notations précédentes, les relations bien connues entre les coordonnées écliptiques et les coordonnées équatoriales,

$$\text{(II)}\quad\left\{\begin{aligned}
&\cos\delta^{\text{IV}}\cos\alpha^{\text{IV}} = \sin\frac{\Delta}{2}\cos\lambda''', && \cos\delta'''\cos\alpha''' = -\sin\frac{\Delta}{2}\cos\lambda''',\\
&\cos\delta^{\text{IV}}\sin\alpha^{\text{IV}} = \sin\frac{\Delta}{2}\sin\lambda'''\cos\omega - \cos\frac{\Delta}{2}\sin\omega, && \cos\delta'''\sin\alpha''' = -\sin\frac{\Delta}{2}\sin\lambda'''\cos\omega - \cos\frac{\Delta}{2}\sin\omega,\\
&\sin\delta^{\text{IV}} = \sin\frac{\Delta}{2}\sin\lambda'''\sin\omega + \cos\frac{\Delta}{2}\cos\omega, && \sin\delta''' = -\sin\frac{\Delta}{2}\sin\lambda'''\sin\omega + \cos\frac{\Delta}{2}\cos\omega,\\
&\sin h^{\text{IV}} = \sin\varphi\sin\delta^{\text{IV}} + \cos\varphi\cos\delta^{\text{IV}}\cos(t^{\text{IV}} - \alpha^{\text{IV}}), && \sin h''' = \sin\varphi\sin\delta''' + \cos\varphi\cos\delta'''\cos(t''' - \alpha''').
\end{aligned}\right.$$

En égalisant les deux dernières équations relatives $\sin h^{\text{IV}} = \sin h'''$ et $t^{\text{IV}} = t'''$, on trouve d'une manière analogue, en exprimant les coordonnées équatoriales par les coordonnées écliptiques,

$$\text{(III)} \qquad \operatorname{tang}\varphi \sin\omega + \cos t''' \operatorname{cotang}\lambda''' + \sin t \cos\omega = 0,$$

$$\sin h = (\sin\varphi\cos\omega - \sin t'''\cos\varphi\sin\omega)\cos\frac{\Delta}{2} = \cos\psi\cos\frac{\Delta}{2}.$$

» En remplaçant λ''' par $90° + \lambda$, l'équation (III) devient identique à celle qui fait connaître l'instant d'égale hauteur pour les deux astres zodiacaux, circonstance très favorable qui permet de construire une seule Table destinée à faciliter le calcul des éléments se rapportant aux deux couples. En effet, dans le Tableau suivant, on trouve, pour Paris et l'équateur et pour les longitudes de la médiane de 10° en 10°, l'instant où les deux étoiles principales sont à la même distance zénithale et l'angle ψ qui représente à la fois l'inclinaison de l'écliptique sur l'horizon et la hauteur de la médiane. Afin de pouvoir obtenir les mêmes éléments relatifs au couple sans aberration, il suffit d'entrer dans la Table avec l'argument $90° + \lambda'''$.

	Pour Paris.		Pour l'équateur.	
λ.	t.	ψ.	t.	ψ.
°	h m	° ′	h m	° ′
0........	22. 1,0	34.51,2	0. 0,0	90. 0,0
10........	22.46,9	39.23,6	23.16,5	85.41,5
20........	23.36,7	44.10,6	22.33,4	81.33.6
30........	0.29,4	48.55,2	21.51,3	77.45,7
40........	1.23,9	53.21,2	21.10,2	74.25,1
50........	2.19,2	57.14,3	20.30,4	71.37,0
60........	3.14,6	60.24,0	19.51,6	69.24,6
70........	4. 9,9	62.43,4	19.13,9	67.49,3
80........	5. 5,1	64. 8,4	18.36,8	66.52,0
90........	6. 0,0	64.37,0	18. 0,0	66.32,9
100........	6.54,9	64. 8,4	17.23,2	66.52,0
110........	7.50,1	62.43,4	16.46,1	67.49,3
120........	8.45,4	60.24,0	16. 8,4	69.24,6
130........	9.40,8	57.14,3	15.29,6	71.37,0
140........	10.36,1	53.21,2	14.49,8	74.25,1
150........	11.30,6	48.55,2	14. 8,7	77.45,7
160........	12.23,3	44.10,6	13.26,6	81.33,6
170........	13.13,1	39.23,6	12.43,5	85.41,5
180........	13.59,0	34.51,2	12. 0.0	90. 0,0
190........	14.40,2	30.46,7	11.16,5	85.41,5
200........	15.16,4	27.17,7	10.33,4	81.33,6
210........	15.48,1	24.26,8	9.51.3	77.45,7
220........	16.15,7	22.11,6	9.10,2	74.25,1
230........	16.40,1	20.28,4	8.30,4	71.37,0
240........	17. 2,1	19.13,3	7.51,6	69.24,6

λ.	Pour Paris. t.	ψ.	Pour l'équateur. t.	ψ.
°	h m	° ′	h m	°
250.........	17.21,8	18.22,5	7.13,9	67.49,3
260.........	17.41,4	17.52,5	6.36,8	66.52,0
270.........	18. 0,0	17.42,5	6. 0,0	66.32,9
280.........	18.18,6	17.52,5	5.23,2	66.52,0
290.........	18.38,2	18.22,5	4.46,1	67.49,3
300.........	18.57,9	19.13,3	4. 8,4	69.24,6
310.........	19.19,9	20.28,4	3.29,6	71.37,0
320.........	19.44,3	22.11,6	2.49,8	74.25,1
330.........	20.11,9	24.26,8	2. 8,7	77.45,7
340.........	20.43,6	27.17,7	1.26,6	81.33,6
350.........	21.19,8	30.46,7	0.43,5	85.41,5
360.........	22. 1,0	34.51,2	0. 0,0	90. 0,0

» Pour le cas où les quatre étoiles doivent être vues simultanément sur la sphère céleste, t''' est égal à t; il faut alors nécessairement que λ''' devienne égale à $90 + \frac{\lambda'' + \lambda'}{2}$ (IV). Dans ces conditions, comme on le voit, la ligne d'intersection de l'écliptique et du plan renfermant l'arc sans aberration est perpendiculaire à la projection sur l'écliptique de la médiane du couple d'étoiles principales. Nous allons supposer maintenant les deux étoiles principales situées dans l'écliptique. Dans ce cas, les médianes des deux couples d'étoiles sont perpendiculaires l'une sur l'autre et sur la ligne d'intersection des deux plans. La longitude de la médiane du couple zodiacal étant, par exemple, donnée, on peut facilement déterminer d'abord t à l'aide de l'équation (I), λ''' à l'aide de la relation (IV) et ensuite les coordonnées du couple d'étoiles sans aberration à l'aide des équations (II).

» Pour chaque couple d'étoiles zodiacales, il est donc facile de calculer les coordonnées correspondantes à un couple sans aberration visible au même instant physique. En observant ainsi deux couples d'étoiles semblables, à deux époques différentes, on arrive aux équations de condition suivantes :

Couple d'étoiles zodiacales.	Couple d'étoiles sans aberration.
$l' = \gamma + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'$,	$l_{,} = \gamma'$,
$l'' = \gamma + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'' + (d+a)\theta + nb$,	$l_{,,} = \gamma' + (d+a)\theta + nb$;

les observations étant faites au même instant, les conditions physiques sont les mêmes pour les deux arcs et les derniers termes dans les équations de la seconde époque sont forcément les mêmes. Il en résulte

$$l'' - l' = 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p') + (d+a)\theta + nb, \qquad l_{,,} - l_{,} = (d+a)\theta + nb,$$

$$(l'' - l') - (l_{,,} - l_{,}) = 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p').$$

» On voit que la valeur de k obtenue à l'aide de cette dernière relation est tout à fait indépendante de la variation de la réfraction et de la dilatation du miroir. Il semblerait donc résulter de cette analyse qu'on aurait toujours la faculté de faire accompagner chaque observation d'un couple d'étoiles zodiacales de celle d'un couple d'étoiles sans aberration visible au même instant physique; mais la solution ainsi fournie est, en vérité, seulement avantageuse lorsque les deux couples d'étoiles, au moment de la mesure, ne se trouvent pas trop rapprochés de l'horizon.

» La réalisation de cette condition ne permet pas l'application générale de ce procédé; il ne peut être utilisé que pour des étoiles zodiacales se trouvant placées dans une région déterminée de l'écliptique. En effet, les médianes des deux couples étant perpendiculaires l'une sur l'autre, il en résulte qu'au moment d'égale hauteur des quatre étoiles le plan passant par les deux médianes renferme le zénith; dès lors, la ligne d'intersection des plans des deux couples se trouve comprise dans l'horizon et, en outre, l'angle d'inclinaison ψ de l'écliptique avec l'horizon et l'angle d'inclinaison ψ' du couple d'étoiles sans aberration sont complémentaires : $\psi = 90° - \psi'$.

» La hauteur des deux étoiles zodiacales sera, par conséquent, donnée par la formule $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\sin\psi$, et celle du second par $\sin h' = \cos\frac{\Delta'}{2}\cos\psi$.

» L'inspection du Tableau de la page 616 fait connaître immédiatement la longitude de la médiane pour laquelle l'observation du couple sans aberration devient possible à une hauteur notable au-dessus de l'horizon. Si l'on veut mesurer à une faible distance zénithale le couple sans aberration, on choisira la longitude de la médiane à laquelle correspond une faible valeur de ψ; au contraire, pour l'arc zodiacal, on choisirait λ relative à une valeur notable de ψ.

» Si ψ et ψ' ont des valeurs très différentes, un couple d'étoiles se trouvera beaucoup plus près du zénith que l'autre, et l'exactitude des mesures ne serait plus alors la même dans les deux observations, condition qui ne peut pas être admise. La solution la plus rationnelle sera obtenue si l'on fait ψ égal à $\psi' = 45°$ ou bien $h = h'$; dans ce cas, on aura $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\sin 45°$. En admettant $\Delta = 90°$ ou $\Delta = 80°$, il résultera respectivement h égal à 30° et à 32° 27'. Ces relations permettent de constater aisément qu'une inégalité notable dans les angles ψ et ψ' nuirait à l'exactitude du résultat cherché; la mesure de l'un des deux couples se ferait alors nécessairement à une trop grande proximité de l'horizon.

» L'égalité $\psi = \psi'$ détermine complètement les coordonnées des deux couples d'étoiles; en effet, l'inclinaison de l'écliptique sur l'horizon

étant 45°, l'équation $\sin 45° = \sin\varphi \cos\omega - \sin t \cos\varphi \sin\omega$ permet de calculer l'instant sidéral qui correspond à cette inclinaison. L'heure étant ainsi connue, on obtient, à l'aide de l'équation (I), la longitude de la médiane du couple zodiacal; les longitudes correspondant aux deux astres de ce couple sont alors $90 + \frac{\Delta}{2}$ et $90 - \frac{\Delta}{2}$. Ces longitudes permettent de déduire facilement les ascensions droites et déclinaisons des deux étoiles. Les latitudes des deux astres du couple sans aberration sont égales à $90° - \frac{\Delta}{2}$, et leurs longitudes se trouvent, à l'aide de la relation (III), $\lambda''' = 90 + \frac{\lambda'' + \lambda'}{2}$ et $\lambda^{\text{IV}} = 270 + \frac{\lambda'' + \lambda'}{2}$. Ces coordonnées écliptiques étant connues, on passera sans difficulté aux coordonnées équatoriales. C'est ainsi qu'ont été calculées les coordonnées des deux couples d'étoiles semblables pour la latitude de Paris et respectivement pour les valeurs de Δ égales à 80°, 90° et 100°. Pour des raisons indiquées plus loin, nous donnons, en outre, les coordonnées d'un couple équatorial, également visibles au moment t.

		$\Delta = 80°$.	$\Delta = 90°$.	$\Delta = 100°$.
Étoiles zodiacales......	α'.....	343°. 8',4	338°.27',6	333°.43',9
	δ'.....	− 7.10,3	− 9. 3,0	− 10.52,1
	α''....	59.36,7	64.52,4	70.11,8
	δ''.....	+ 20.31,0	+ 21.26,6	+ 22.12,2
Étoiles équatoriales....	α.....	316.23,0	311.23,0	306.23,0
	δ.....	0. 0,0	0. 0,0	0. 0,0
	α_2....	36.23,0	41.23,0	46.23,0
	δ_2.....	0. 0,0	0. 0,0	0. 0,0
Étoiles sans aberration.	α'''....	134.23,6	129. 9,9	125.31,6
	δ'''....	+ 70. 7,3	+ 65.31,4	60.48,0
	α^{IV}....	285.35,3	286.29,3	287.19,6
	δ^{IV}....	+ 27.43,1	+ 22.47,1	+ 17.50,7

$t = 356°23',0.$

» Comme cela est facile à constater dans le Tableau ci-dessus, on a ainsi, pour le cas particulier que nous venons d'exposer, deux solutions du problème correspondantes à deux époques différentes de l'année. Nous avons déjà indiqué que le premier procédé ne devient praticable que pour des observatoires dont la latitude est supérieure à 20°; en l'employant, il sera préférable de choisir les deux couples d'étoiles d'après les règles qui viennent d'être développées. Le couple d'étoiles zodiacales seul suffit, comme nous l'avons démontré, pour fournir une solution complète; on

trouvera par lui seul aussi bien la constante de l'aberration que la dilatation du miroir; le couple sans aberration donne d'une manière indépendante cette dilatation. La combinaison des deux couples fournira une valeur de l'aberration où la dilatation du miroir et la variation de la réfraction n'interviennent pas.

» On dispose donc ici de la faculté si précieuse de pouvoir obtenir les éléments cherchés de diverses manières; mais on peut, sous ce rapport, encore obtenir davantage. En effet, en utilisant le second procédé, il sera facile de choisir un couple d'étoiles équatoriales, observables également à la même heure sidérale que les deux couples d'étoiles considérés; $\delta' = \delta''$ étant pour ce dernier couple égal à o, le calcul des $Æ_1$ et $Æ_2$ des deux étoiles qui lui correspondent est très facile.

» Au moment donné t où les deux étoiles situées dans l'équateur paraissent à égale hauteur au-dessus de l'horizon, elles sont placées symétriquement par rapport au méridien; l'angle horaire de l'une est alors égal à $+\frac{\Delta}{2}$, et l'angle horaire de l'autre à $-\frac{\Delta}{2}$; on a, par suite, $Æ_1 = t + \frac{\Delta}{2}$ et $Æ_2 = t - \frac{\Delta}{2}$. Dans la réalité, on trouvera sur la sphère céleste de nombreux couples dont les positions correspondront aux coordonnées théoriquement déterminées, et les Catalogues feront facilement reconnaître d'avance les plus belles étoiles remplissant ces conditions. On verra au moment donné t, à égale hauteur au-dessus de l'horizon, trois couples d'étoiles : le couple zodiacal, le couple sans aberration et le couple équatorial. L'observation de ce dernier, basée uniquement sur des passages, permettra de conclure l'aberration et la dilatation du miroir même indépendante du tour de vis. La comparaison des diverses valeurs, déduites par les procédés tout à fait différents exposés successivement, fournira le contrôle le plus précieux et les renseignements les plus certains sur la véritable exactitude obtenue pour les éléments cherchés. Il nous reste encore à faire connaître les règles qui doivent être suivies dans le choix de l'angle α du double miroir. Pour répondre à cette question, il faut considérer l'ensemble des conditions à remplir pour arriver au meilleur résultat. Nous savons que l'action de l'aberration sur l'arc se trouve représentée par la formule

$$(1) \qquad d\Delta = 2k \sin\frac{\Delta}{2}\cos p = 2k\sin\alpha\cos p;$$

d'un autre côté, d'après ce qui a été exposé antérieurement, les expressions suivantes font connaître les hauteurs des astres pour le moment où

ces hauteurs sont les mêmes :

(2) Pour le couple zodiacal............. $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\sin\psi = \cos\alpha\sin\psi$,

(3) » sans aberration........ $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\cos\psi = \cos\alpha\cos\psi$,

(4) » équatorial........... $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\cos\varphi = \cos\alpha\cos\varphi$.

» L'inspection de ces quatre équations (1), (2), (3) et (4) montre que l'aberration augmente proportionnellement au sinus de α et que h, au contraire, devient plus petit à mesure que le cosinus de α diminue. L'accroissement de l'angle est donc, d'un côté, avantageux afin de pouvoir obtenir pour k un coefficient notable; mais, d'autre part, il est nuisible dans une certaine mesure à l'exactitude de l'observation, exécutée alors à une plus grande distance zénithale. La solution la plus rationnelle sera donc celle qui satisfait d'une manière égale à ces deux conditions contradictoires; elle aura lieu lorsque $\sin\alpha = \cos\alpha$ ou $\alpha = 45°$, $\Delta = 90°$.

» Toutefois, il sera permis d'adopter pour α des valeurs dépassant 90°; pour les raisons exposées précédemment, le faible effet différentiel de la réfraction restant le même pour toutes les régions du ciel, le principal inconvénient en observant à des hauteurs moins élevées provient de l'erreur alors plus notable du pointé; mais, comme cette inexactitude, à mesure que la distance zénithale augmente, ne croît que très légèrement, tandis que le coefficient de k devient beaucoup plus grand, on gagnera plutôt en précision, et l'on aura ainsi une latitude assez large pour la valeur de l'angle α. Néanmoins, si l'on désire, pour des raisons particulières, effectuer des mesures à des distances zénithales faibles, il n'existe aucune difficulté sérieuse qui s'y oppose.

» D'une manière générale, entre certaines limites, le choix de l'angle α peut être considéré comme arbitraire; selon l'appréciation judicieuse des circonstances, il sera permis, dans une certaine mesure, de subordonner l'une des deux conditions de précision à l'autre; en agissant ainsi, la précision du résultat final ne se trouvera pas, en réalité, sensiblement modifiée.

» Par l'emploi de la méthode générale dont nous allons maintenant faire connaître le principe, on atteint avec plus de rigueur et plus de rapidité le but poursuivi; mais néanmoins les deux premiers procédés doivent être utilisés; car, pratiquement, ils donneront avec l'exactitude la plus élevée des résultats déterminés par des moyens différents. En agissant ainsi, on possédera les vérifications les plus complètes et les garanties les plus absolues sur la précision réelle des constantes conclues. »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème de M.* Liapounoff, *relatif à l'équilibre d'une masse fluide.* Note de M. **H. Poincaré.**

« Lorsqu'une masse fluide homogène, sans mouvement de rotation, est soumise à la loi de Newton, il est évident qu'une des figures d'équilibre est la sphère; mais nous ne savons pas jusqu'à présent s'il en existe d'autres.

» Nous ne savons même pas démontrer que la sphère est la seule figure d'équilibre stable.

» Il faut, pour l'équilibre stable, que l'intégrale

$$W = \int \frac{d\tau\, d\tau'}{r}$$

atteigne un maximum. L'intégration doit être étendue à toutes les combinaisons de deux éléments $d\tau$ et $d\tau'$ du volume de la masse fluide, et r désigne la distance de ces deux éléments.

» Pour démontrer que la sphère est la seule figure d'équilibre stable, il faudrait donc établir qu'elle est la seule qui corresponde à un maximum relatif de W. On ne sait pas le faire, mais M. Liapounoff a dernièrement démontré, dans les *Mémoires de l'Université de Kharkow,* que la sphère correspond au maximum absolu de W.

» Je crois qu'il est possible de simplifier beaucoup la démonstration de M. Liapounoff, par l'introduction de considérations empruntées à l'Électrostatique, et c'est là l'objet de la présente Note.

» 1° Il faut d'abord démontrer que W est susceptible d'un maximum absolu; pour cela, je me bornerai à faire voir que, si l'on se donne le volume T de la figure, on peut trouver une limite supérieure de W. En effet, on a

$$W = \tfrac{1}{2}\int V\, d\tau,$$

V désignant le potentiel de la masse fluide par rapport au centre de gravité de l'élément $d\tau$.

» Or V est manifestement plus petit que le potentiel d'une sphère de volume T par rapport à son centre. On a donc

$$V < 2\pi R^2;$$

en posant $\frac{4}{3}\pi R^3 = T$, on en déduit

$$W < \pi R^2 T.$$

W a donc un maximum absolu. Nous nous contenterons de cet aperçu pour établir ce premier point, que M. Liapounoff avait laissé de côté.

» 2° Nous allons, avant de démontrer le théorème de M. Liapounoff, établir la proposition suivante :

» *De tous les conducteurs de même volume* T, *c'est la sphère qui a la plus petite capacité électrique.*

» Pour cela, je ferai voir d'abord que la capacité électrique C admet un minimum.

» Considérons, en effet, un conducteur quelconque de volume T et imaginons d'abord qu'une quantité d'électricité, égale à T, soit répandue uniformément à l'intérieur du volume du conducteur. L'énergie potentielle sera alors

$$W = \int \frac{d\tau\, d\tau'}{r}.$$

» Si maintenant cette quantité d'électricité T se met en état d'équilibre électrostatique à la surface du conducteur, cette énergie potentielle deviendra

$$\frac{T^2}{2C};$$

comme l'équilibre électrique est toujours stable, on devra avoir

$$W > \frac{T^2}{2C},$$

d'où

$$C > \frac{T^2}{2W} > \frac{T}{2\pi R^2}.$$

» Donc C admet une limite inférieure. C. Q. F. D.

» 3° Je dis maintenant que le minimum absolu de C correspond à la sphère. En effet, pour que C soit minimum, il faut d'abord que sa première variation soit nulle. Or, supposons que le conducteur se déforme infiniment peu, de façon que ζ soit la distance de deux points correspondants du conducteur avant et après la déformation, distance estimée suivant la normale. Si la charge du conducteur est M, et que ρ soit la densité électrique en un point de la surface du conducteur, la variation dC de la capacité sera donnée par la formule

$$\frac{M^2 dC}{C^2} = 4\pi \int \rho^2 \zeta\, d\omega.$$

l'intégrale étant étendue à tous les éléments $d\omega$ de la surface du conducteur. On a, d'autre part,

$$dT = \int \zeta \, d\omega.$$

» Il faut que, si la variation dT du volume est nulle, la variation dC le soit également. Pour cela, il faut et il suffit que ρ soit une constante, c'est-à-dire que la distribution électrique à la surface du conducteur soit uniforme. On ne sait pas s'il existe d'autre conducteur que la sphère satisfaisant à cette condition.

» Mais il nous suffira, pour notre objet, de comparer les capacités des conducteurs qui y satisfont et de montrer que celle de la sphère est la plus petite.

» Supposons que le conducteur subisse une déformation qui altère son volume. On aura, ρ étant une constante,

$$\frac{M^2 dC}{C^2} = 4\pi\rho^2 \int \zeta \, d\omega = 4\pi\rho^2 \, dT$$

ou bien

$$\frac{S^2 dC}{C^2} = 4\pi \, dT,$$

S désignant la surface totale du conducteur. Si le conducteur se déforme en restant semblable à lui-même, la capacité sera, par raison de similitude, proportionnelle à la racine cubique du volume, de sorte que l'on aura

$$\frac{dC}{C} = \frac{1}{3} \frac{dT}{T}.$$

» On en déduit

$$\frac{S^2}{C} = 12\pi T.$$

» Ainsi, pour tous les conducteurs à distribution uniforme, la capacité est proportionnelle au carré de la surface. Or, Steiner a démontré que, de toutes les figures de même volume, c'est la sphère qui a la plus petite surface; c'est donc elle qui a la plus petite capacité.

» 4° Je dis maintenant que la sphère correspond au maximum absolu de W. En effet, pour que W atteigne ce maximum, il faut d'abord que sa variation soit nulle quand la figure subit une déformation qui n'altère pas le volume. Or, la variation de W a pour expression

$$dW = \int V \zeta \, d\omega.$$

» Pour que cette variation soit nulle en même temps que dT, il faut et il suffit que V soit une constante en tous les points de la surface, ce qui a lieu pour les surfaces d'équilibre. Mais alors on a, pour une déformation qui altère le volume,

$$dW = V\,dT.$$

» Si l'on suppose, en particulier, que la figure se déforme en restant semblable à elle-même, W est proportionnel à la puissance $\frac{5}{3}$ de T. On a donc

$$\frac{dW}{W} = \frac{5}{3}\frac{dT}{T}$$

ou

$$W = \tfrac{3}{5}V.T.$$

» Mais l'attraction d'une figure d'équilibre sur un point extérieur est la même que celle d'une masse d'électricité égale à T, répandue à la surface de cette figure, regardée comme un conducteur; on a donc

$$V = \frac{T}{C}, \qquad W = \frac{3}{5}\frac{T^2}{C}.$$

» On voit ainsi que W est inversement proportionnel à C, et que la sphère, qui correspond au minimum de C, doit correspondre au maximum de W.

» 5° Dans le cas où la masse fluide est animée d'un mouvement de rotation de vitesse angulaire n, la condition d'équilibre c'est que $V + \frac{n^2\rho^2}{2}$ soit une constante en tous les points de la surface, ou que la première variation de $W + \frac{n^2 I}{2}$ soit nulle. Nous désignons par ρ la distance d'un point à l'axe de rotation, et par I le moment d'inertie. On trouve alors

$$W + \frac{n^2 I}{2} = \frac{3}{5}\left(V + \frac{n^2\rho^2}{2}\right)T. \text{ »}$$

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la fixation directe de l'azote gazeux de l'atmosphère par les terres végétales, avec le concours de la végétation;* par M. **Berthelot**.

« J'ai présenté à l'Académie, en novembre 1885 et en janvier 1886, dans la séance du 24 (p. 205), l'exposé de mes expériences, faites à la

station de Chimie végétale de Meudon, sur la fixation directe de l'azote gazeux atmosphérique par certains sols argileux et par certaines terres végétales, envisagés indépendamment de l'action de la végétation des plantes proprement dites. J'ai décrit les conditions et les résultats de ces expériences, dont les dernières ont été exécutées dans de grands pots, contenant chacun 50^{kg} de terre environ, de façon à fournir à la plante un milieu assez étendu pour se prêter à une végétation accomplie jusqu'au bout, dans des conditions normales. Cependant ce milieu était assez étroit pour permettre l'analyse complète de tous les produits, et pour écarter l'intervention illimitée des substances susceptibles d'être apportées par les lavages et les infiltrations, lorsqu'on opère sur le sol des champs.

» Je vais rapporter aujourd'hui les expériences parallèles et simultanées, faites avec le concours de la végétation, à l'air libre, et dans les conditions mêmes du développement naturel des plantes.

» Pot n° 6 : *Terre n'ayant subi aucun traitement, exposée à l'air libre et à la pluie, au milieu d'une prairie.* On y a fait développer des pieds d'*Amarantus pyramidalis*.

» Quatre éléments interviennent ici : l'azote de la terre, l'azote de la plante, l'azote de la pluie, l'azote de l'ammoniaque atmosphérique. Établissons les résultats fournis par le dosage de ces quatre éléments.

» 1° *Azote de la terre.* — La terre contenait au début (24 mai 1886) :

Azote initial (chaux sodée), sur 50^{kg} de terre sèche.....	53,7	$54^{gr},09$
Azote nitrique....................................	0,389	

» Elle renfermait à la fin :

Azote final..	56,50	$56^{gr},54$.
Azote nitrique....................................	0,037	

» L'abaissement du taux des nitrates est dû en partie à la végétation, en partie aux fortes pluies de la saison, qui les ont entraînés dans les eaux de lavage (*voir* plus loin).

» 2° *Azote des plantes.* — On a repiqué dans le pot, le 24 mai, 20 pieds d'Amarante pyramidal, semés sous châssis : 1 pied pesait en moyenne, à l'état humide, $3^{gr},94$; sec, $0^{gr},552$. L'azote initial contenu dans ces 20 pieds s'élevait à $0^{gr},287$; l'azote nitrique, $0^{gr},062$; en tout, $0^{gr},349$ (1).

(1) Ce chiffre est un maximum : la chaux sodée réduisant une partie de l'azote nitrique.

» Le 24 juin, on a prélevé 11 pieds d'Amarante, pesant $69^{gr},85$ à l'état humide; $12^{gr},489$ à l'état sec, soit $1^{gr},135$ par pied moyen.

» L'azote contenu dans ces 11 pieds s'élevait à $0^{gr},2997$; l'azote nitrique à $0^{gr},0035$: total, $0^{gr},303$.

» Le 15 juillet, on a prélevé 7 pieds; pesant à l'état humide $128^{gr},20$; à l'état sec, $42^{gr},934$; soit $6^{gr},133$ par pied moyen.

» L'azote contenu dans ces 7 pieds s'élevait à $1^{gr},0304$; l'azote nitrique à $0^{gr},0015$; total, $1^{gr},032$.

» Le 7 septembre, on a pris l'un des 2 pieds restants; il pesait à l'état humide $82^{gr},55$; à l'état sec, $21^{gr},07$.

» Il contenait: azote, $0^{gr},4635$; azote nitrique, $0^{gr},0012$; total, $0^{gr},465$.

» Le 9 octobre, on a pris le dernier pied, qui pesait $123^{gr},00$ à l'état humide; et à l'état sec, $33^{gr},43$.

» Il contenait : azote, $0^{gr},4346$; azote nitrique, $0^{gr},0003$; total, $0^{gr},435$.

» Les chiffres ci-dessus montrent que le développement de la plante a eu lieu régulièrement; la masse de terre étant suffisante, la plante a grandi jusqu'à près d'un mètre de hauteur; elle a fleuri et fructifié, et son poids (sec) s'est élevé graduellement de $0^{gr},552$ à $33^{gr},43$. Quant aux nitrates, tant dans le sol que dans la plante, ils ont été éliminés à mesure, par l'effet des pluies incessantes et considérables, survenues pendant la saison de 1886, lesquelles ont dépouillé la terre environnante de ce sel, entraîné au dehors dans les eaux de drainage, d'après la disposition même de mes appareils. Je signale cette élimination pour ne rien omettre; mais elle n'a pas d'importance quant au résultat final, car elle donne lieu à une perte et non à un gain d'azote.

» Il résulte des données précédentes que l'azote initial des Amarantes s'élevait à $0^{gr},35$. L'azote total dans ces plantes, c'est-à-dire dans les pieds arrachés et analysés au cours de la végétation, s'est élevé à

$$0^{gr},303 + 1^{gr},032 + 0^{gr},465 + 0^{gr},435 = 2^{gr},335.$$

Les plantes ont donc gagné en tout $1^{gr},885$ d'azote.

» 3° *Azote ammoniacal apporté sous forme gazeuse par l'atmosphère, indépendamment des pluies.* — Cet azote a été déterminé sur le même point de la prairie, par une expérience comparative et simultanée, faite au moyen de l'acide sulfurique étendu, occupant une surface donnée; ce qui donne assurément un chiffre supérieur à l'absorption opérée par la terre (voir ce Volume, p. 206). Rapporté à la surface de la terre du pot, il s'élèverait

(au maximum) à $0^{gr},048$. Il est difficile d'évaluer exactement l'influence de la surface des plantes qui ont poussé dans ce pot; mais la surface de quelques pieds d'Amarantes, quelle qu'elle soit, ne saurait être qu'une faible fraction de celle des 1661^{cmq} de la terre du pot.

» 4° *Azote des eaux pluviales.* — L'azote apporté par la pluie, pendant la durée de la végétation (du 24 mai au 20 novembre), d'après les dosages faits sur l'eau récoltée dans un udomètre placé à côté et de surface connue, s'est élevé dans le pot n° 6 aux chiffres suivants :

Azote ammoniacal	$0^{gr},0523$
Azote nitrique	$0^{gr},0012$
	$0^{gr},0535$

» D'autre part, on a récolté tous les jours de pluie l'eau qui avait traversé la terre, et l'on y a dosé chaque fois l'azote nitrique : ce qui a donné en tout $0^{gr},4027$. L'azote ammoniacal n'a pas été dosé, non plus que l'azote organique; mais des essais comparatifs montrent que la dose (x) en était faible. En définitive, les eaux pluviales, en traversant la terre, lui ont enlevé $0^{gr},4027 + x - 0,0535 = 0^{gr},349 + x$ d'azote.

» Les longues et patientes déterminations que je viens de résumer fournissent toutes les données nécessaires pour établir l'équation de l'azote, dans le cours de la végétation de la plante, sur laquelle l'expérience a été instituée. On a en effet le bilan suivant :

	gr		gr
Azote initial de la terre	54,09	Azote final de la terre	56,54
Azote apporté par la pluie	0,053	Azote entraîné par les eaux qui ont traversé la terre (minimum)	0,403
Azote apporté par l'ammoniaque atmosphérique, au plus	0,048	Azote fixé sur les plantes	2,235
Azote apporté par les pieds d'Amarante	0,35	Somme	$59^{gr},18$
Somme	$54^{gr},54$		

» Il y a donc eu en définitive fixation de $4^{gr},64$ d'azote et le gain final s'est réparti à peu près également entre la terre et les plantes.

» Voici deux autres expériences, qui conduisent à la même conclusion : je les exposerai plus sommairement.

Pot n° 2 : *Terre lavée jusqu'à épuisement des nitrates initials, exposée à l'air libre et à la pluie.* On y a fait développer des pieds d'Amarante.

» 1° *Azote de la terre :*

Azote initial (24 mai), par 50^{kg} sec........	$54^{gr},60$	
Azote final (20 novembre)................	60,50	$60^{gr},53$
Azote nitrique (1)......................	0,033	

» 2° *Azote des plantes :*

20 pieds d'Amarante au début.	Azote...........	0,287	$0^{gr},349$
	Azote nitrique...	0,062	

» La végétation a été dirigée comme pour le pot n° 6 et les prélèvements faits aux mêmes époques. Le résultat final a été le suivant :

Azote final...........	1,870	$1^{gr},8735$
Azote nitrique.......	0,0035	

Gain : $1^{gr},873 - 0,349 = 1^{gr},524$.

» 3° *Azote ammoniacal* apporté sous forme gazeuse : $0^{gr},0$[illegible]

» 4° *Azote des eaux pluviales :*

Apporté............ $0^{gr},051$

Azote nitrique entraîné par les eaux qui ont traversé le sol [illegible]

Bilan.

Azote initial de la terre........	54,600		
Azote apporté par la pluie.....	0,051		
Azote apporté par l'ammoniaque atmosphérique, au plus......	0,048	Azote final de l[illegible]..........	60,53
		Azote entraîné [illegible]s eaux......	0,23
Azote apporté par les plantes...	0,349	Azote fixé sur les plantes........	1,87
	$55^{gr},048$		$62^{gr},63$

Gain définitif................ $7^{gr},58$ d'azote

» Pot n° 4. — Conditions toutes semblables à celle du n° 2.

» Les résultats obtenus ont été sensiblement les mêmes; à cela près que les plantes ont fixé $2^{gr},076$ d'azote, au lieu de $1^{gr},87$.

» En résumé, dans ces expériences, il y a eu fixation d'azote en proportion considérable : sur les sables et sols argileux, aussi bien que sur la terre végétale proprement dite, lorsque j'ai opéré en l'absence de la végétation; sur la terre et la plante réunies, lorsque j'ai opéré en présence de la végétation.

(1) La terre a été lavée par des pluies abondantes.

» Sur ce dernier point, M. Joulie était arrivé à la même conclusion dans les expériences qu'il a publiées, il y a deux ans, à l'occasion de celles que je venais de présenter à l'Académie; mais il n'avait pas fait d'essais comparatifs sur la terre elle-même, source véritable de la fixation de l'azote.

» Dans les expériences actuelles, la fixation de l'azote avec le concours de la végétation s'est élevée à $4^{gr},64$ et $7^{gr},58$; au lieu de $12^{gr},7$ et $23^{gr},15$, poids observés avec la terre seule, dans les deux essais comparatifs et simultanés. Il semble donc que la végétation ait consommé une portion de l'azote fixé par la terre; la vie des plantes supérieures, de même que celle des animaux, donnant lieu à une déperdition incessante de l'azote combiné.

» Dès 1883 et 1884, j'étais parvenu à la même conclusion, lors de mes premières séries d'essais sur la végétation du blé, de la vesce, du cresson alénois, de la roquette, de la lentille et du seneçon, dans les mêmes sables argileux jaune et blanc, sur lesquels j'ai observé la fixation directe de l'azote atmosphérique. L'espace me manque pour reproduire ici ces séries de déterminations, moins concluantes d'ailleurs que les présentes, parce que la végétation dans ces sols presque stériles était demeurée languissante; tandis qu'elle s'est parfaitement accomplie dans les expériences présentes.

» Sans méconnaître la nécessité de données plus multipliées, pour établir absolument que les plantes elles-mêmes ne fixent pas l'azote libre, mais au contraire mettent en liberté l'azote combiné; je dois insister sur ce fait, acquis par mes expériences, à savoir que la fixation de l'azote libre de l'atmosphère s'opère par la terre végétale, laquelle est très probablement l'intermédiaire principal de la fixation de l'azote libre dans les tissus des êtres supérieurs. On s'expliquerait dès lors comment la culture intensive affaiblit la richesse de la terre, en épuisant les réserves d'azote et autres éléments actifs contenus dans le sol, plus rapidement qu'elles n'y sont rétablies par les actions naturelles. Dans le cours de la végétation spontanée, au contraire, la richesse du sol en azote tend à s'accroître peu à peu; du moins jusqu'à une certaine limite, où l'équilibre s'établit entre les causes de fixation et les causes de mise en liberté de cet élément. C'est à un tel état qu'il faudrait tendre à ramener la végétation agricole, si l'on n'avait la ressource de faire intervenir les engrais et de compenser ainsi les pertes incessantes produites par cette culture intensive, que réclament impérieusement les conditions économiques de nos sociétés modernes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur la seconde Note de M.* Mascart (28 février); par M. **Faye.**

« M. Mascart ayant déclaré qu'il n'avait aucune théorie à défendre, je comprends qu'il ne tienne pas à continuer cette discussion. Il n'en est plus de même pour moi qui soutiens, depuis une quinzaine d'années, une véritable lutte contre les théories régnantes. Mon but n'est pas de ceux qu'on puisse abandonner. Je tiens à ce qu'on n'admette plus à la fois, en Météorologie, deux choses absolument contradictoires, à savoir que les tempêtes sont dues à une aspiration centripète qui se dessinerait en bas dans des couches d'air immobiles, et que, néanmoins, elles marchent à grande vitesse, franchissant les mers et les continents, dans des trajectoires indépendantes des circonstances locales. Je voudrais faire prévaloir l'idée que les tempêtes puisent leur force dans les courants supérieurs, là où il y a de la force vive susceptible de produire des gyrations qui marchent, et non au ras du sol où il n'y en a point (¹). Je tiens à substituer une circulation rationnelle de l'air au système étrange des cyclones et des prétendus anticyclones, les premiers pompant l'air en bas pour le déverser, $10\,000^m$ ou $12\,000^m$ plus haut, dans les seconds, chargés de les ramener au point de départ. Je voudrais, en un mot, replacer la partie dynamique de la Météorologie sur ses pieds et la débarrasser d'une fausse conception qui fait obstacle au progrès. Si donc je n'ai plus l'avantage de discuter avec M. Mascart, je continue à m'adresser à tous les météorologistes qui voudront bien suivre mes arguments.

» Avant tout, je dois éviter qu'on se méprenne sur les idées que je soutiens. Je me hâte donc de dire à l'Académie que je n'ai jamais prétendu qu'on dût se priver des observations barométriques pour étudier un cyclone et déterminer son centre. Notre savant Confrère M. Mascart ne m'a pas bien compris (p. 550). J'ai dit seulement que les auteurs des premières recherches sur les lois des tempêtes ne se sont pas servis de ces observations. Pour déterminer le centre d'un ouragan, ils employaient les flèches

(¹) Il n'y a en bas, pour l'air aspiré vers un centre, qu'une cause de giration insignifiante, et pas la moindre cause de translation.

de vent observées en mer par les navigateurs. En voici un exemple pris dans l'océan Indien :

» Je prendrai, dit M. Bridet ([1]), la Carte des deux îles (Maurice et la Réunion) et je placerai, suivant leur longitude, les vingt-deux navires dans les journaux desquels j'ai copié textuellement les renseignements qui précèdent, en indiquant par des flèches la direction des vents qu'ils ressentaient les uns et les autres, le même jour et à la même heure, le 26 février 1860 à midi.

» Si, par chacune des positions de ces navires, on élève des perpendiculaires à la direction des flèches, on remarque qu'elles convergent et se rencontrent à peu près au même point qui est celui occupé par le *Veaune*.

» Si, de ce point comme centre, on décrit des circonférences passant par tous ces navires, on remarquera :

» 1° Que toutes les directions des vents perçus étant tangentes à ces circonférences, tous les points situés sur un même rayon doivent y trouver des vents de la même direction. C'est ce qui arrive, en effet, pour les navires **1** et **2**, qui éprouvent des vents de sud-est; **6**, **7**, **8**, **9**, qui ressentent des vents d'est; **20** et **21** des vents du nord, etc.

» 2° Que, pour le même diamètre, deux vents directement opposés se font sentir sur chacun des rayons de ce diamètre....

» Nous pouvons aussi constater, dès à présent, quelle étendue occupent ces terribles fléaux. Du centre où le calme existe, au *Catinat*, qui ressent une bourrasque assez forte du nord-est, il y a 360 milles, et l'*Estafette*, à la même distance, mais dans une direction tout opposée, éprouve une forte brise d'ouest.

» En examinant attentivement la *fig.* 1, en voyant ces circonférences ayant toutes même centre, en remarquant la direction de toutes ces flèches tangentes aux circonférences décrites, en pensant que j'aurais pu traiter de même la position des quarante-deux navires dont j'ai les journaux entre les mains et qui tous se trouvaient englobés dans cette perturbation atmosphérique, il n'est plus permis d'avoir un doute sur sa nature et sur sa forme.

» Cet ouragan était donc un véritable tourbillon, etc....

» Ce qui résulte des travaux de ce genre, c'est cette règle pratique de M. Buys-Ballot, toujours vérifiée de très près dans les cyclones non déformés, à savoir que le centre d'un cyclone est invariablement *à droite*, si l'on fait face au vent (hémisphère boréal), et *à gauche* sur l'hémisphère austral.

» De là aussi la distinction familière aux marins entre le bord maniable et le bord dangereux d'un cyclone, distinction qui résulte nécessairement de ce que la gyration est animée d'une translation rapide.

» Aujourd'hui on étudie ces phénomènes sur nos continents à l'aide des

([1]) Cf. Bridet, *Étude sur les Ouragans de l'hémisphère austral*, p. 7.

cartes synoptiques où l'on trace à la fois les courbes d'égale pression et les flèches du vent. Les deux procédés donneraient la même chose dans les basses latitudes. Là les isobares forment des courbes sensiblement circulaires, autour de la dépression centrale. Mais, à mesure que le cyclone se dilate en se rapprochant des hautes latitudes, ces courbes se déforment et s'allongent. Le mouvement giratoire n'en existe pas moins, et, si la déformation s'exagère, le mouvement giratoire tend à rétablir sa forme circulaire en s'étranglant, en se coupant en deux, de manière à former parfois des cyclones indépendants, se suivant sur la même trajectoire.

» Une preuve bien frappante que tout mouvement giratoire est effectivement circulaire à son origine, c'est la figure géométrique de ces tornados que j'ai étudiés en détail dans l'*Annuaire* de l'an passé. Là il n'y a pas même moyen d'élever un doute. On ne voit pas un cyclone, mais on voit parfaitement un tornado grâce à son enveloppe nuageuse que la vue embrasse en entier. Or cette enveloppe, sous laquelle se cachent les spires descendantes d'un tourbillon d'air très violent, affecte invariablement une figure de révolution cylindro-conique semblable à celle des tourbillons de nos rivières. Toutes les allures que nous venons de constater sur les cyclones non encore déformés se retrouvent d'ailleurs dans ces tornados, y compris le bord maniable et le bord dangereux.

» Le cyclone des îles Maurice et la Réunion, par 19° de latitude sud, que je viens de citer d'après le commandant Bridet, et tant d'autres plus anciennement étudiés par les mêmes procédés sur l'hémisphère boréal par Redfield, ou sur l'hémisphère austral par Piddington, conduisent tous aux mêmes conséquences. Aujourd'hui même, les météorologistes partisans des théories actuelles reconnaissent cette circularité très approchée des cyclones tropicaux, témoin ce passage du Traité de Météorologie de M. Mohn (trad. française, p. 380-381), qui ne laisse place à aucun doute :

« Dans la partie intérieure d'un cyclone (tropical), le vent souffle presque circulairement autour du centre, les isobares forment à peu près des cercles, et les trajectoires du vent ou des molécules de l'air coïncident plus ou moins avec les isobares.

» Les trajectoires du vent sont donc très courbes à l'intérieur d'un cyclone, ce qui, joint à la grande vitesse de l'air, produit une force centrifuge extrêmement grande, laquelle fait dévier la direction des molécules d'air à droite dans l'hémisphère boréal et à gauche dans l'hémisphère austral. C'est par suite de cette force centrifuge énorme que le vent ne se dirige pas vers le centre du tourbillon, la déviation à droite ou à gauche (dues à la rotation de la Terre) étant tout à fait insignifiante par les basses latitudes tropicales, et que la direction du vent s'écarte de celle du gradient baromé-

trique, au point de former avec celui-ci un angle presque droit. Le mouvement de l'air vers le centre est extrêmement faible, bien qu'il ne soit pas annulé, etc. »

» On remarquera que, dans la théorie de l'aspiration, la cause première, productrice du phénomène, est la composante centripète, en sorte que, justement dans ces cyclones tropicaux, l'air devrait se mouvoir presque en ligne droite vers le centre, la seule cause de déviation étant déclarée insignifiante. Je ne me charge pas d'expliquer le raisonnement par lequel l'auteur fait décrire à l'air, au moyen de la force centrifuge, des circonférences concentriques presque exactes : il me suffit qu'il reconnaisse le fait, et j'ajoute que, s'il parle encore d'un mouvement vers le centre extrêmement faible, c'est sur la seule indication de sa théorie, attendu que l'observation ne serait pas en état de la dévoiler; mais je l'ai cité pour montrer que M. Mascart n'est pas fondé à dire, dans sa dernière Note, que la théorie de M. Faye conduit à une conséquence contraire aux faits les mieux observés depuis trente ans, même sous les tropiques (¹). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les effets magnétiques des tremblements de terre.* Note de M. **Mascart.**

« J'ai dit, dans la dernière séance, que les effets observés aux enregistreurs magnétiques de Paris, Lyon et Perpignan ne s'étaient pas fait sentir dans l'ouest de la France. Un examen plus attentif des courbes de l'observatoire de Nantes, que M. Larocque a eu l'obligeance de m'envoyer, montre au contraire que les mêmes oscillations s'y sont produites, quoique beaucoup plus faibles. Toutefois l'appareil n'est pas encore muni d'un indicateur électrique du temps, de sorte que nous ne pouvons pas préciser l'heure avec une exactitude suffisante. Le même effet a été constaté à l'observatoire de Bruxelles, par M. Lancaster.

» D'autre part, M. Moureaux a reconnu que la courbe de l'enregistreur du Parc Saint-Maur, relative au 25 décembre 1884, porte les traces mani-

(¹) Je profiterai de cette Note pour indiquer une légère correction à celle du 28 février. Remplacez les lignes 16-18 de la page 545 par celles-ci : On ne donne pas les dimensions de ce lac, mais, à moins de le réduire à un petit étang, une tranche d'eau de 1^m de profondeur doit y représenter bien des milliers de mètres cubes.

Page 547, ligne 2, en remontant : au lieu de *seulement,* lisez justement.

festes d'une oscillation analogue à celle du 23 février. Cette oscillation, qui correspond au tremblement de terre de l'Andalousie, s'est produite vers $9^h 24^m$, avec une erreur possible de plusieurs minutes, parce que les contacts électriques du temps n'étaient pas encore installés.

» Le phénomène paraît ainsi plus général, et nous espérons, par une enquête étendue auprès des observatoires étrangers, qu'il sera possible d'en préciser davantage les conditions. »

MAGNÉTISME. — *Sur la détermination des pôles dans les aimants;* par M. **Mascart**.

« On sait, depuis les travaux d'Ampère, que l'action extérieure d'un aimant équivaut à celle de deux couches magnétiques, de masses égales et de signes contraires, distribuées sur sa surface suivant une certaine loi. La distribution du magnétisme, c'est-à-dire la densité en chaque point des couches fictives superficielles, est définie quand on connaît les forces extérieures, mais par des fonctions très complexes qui n'ont été encore résolues dans aucun cas particulier.

» Les méthodes généralement employées ne donnent que la composante du champ extérieur perpendiculaire à la surface de l'aimant; or il n'existe aucune relation simple entre cette composante et la densité de la couche fictive au point le plus voisin.

» La détermination des pôles par la résultante des forces normales est aussi illusoire, et les autres méthodes proposées impliquent toujours quelque hypothèse sur l'état magnétique des barreaux. La méthode suivante me paraît à l'abri de toute objection.

» Considérons, par exemple, un barreau cylindrique. En désignant par m la masse totale de magnétisme située sur une des moitiés de l'aimant, le flux de force émis par la couche fictive correspondante est $4\pi m$; appelons aussi f l'action moyenne des deux couches sur la section médiane s du barreau. Si l'on entoure le milieu de l'aimant par une bobine de n tours reliée avec un galvanomètre balistique et qu'on enlève brusquement cette bobine jusqu'à une grande distance de l'aimant, la décharge induite est proportionnelle au flux de force coupé par la bobine, c'est-à-dire

$$n(4\pi m - fs) = 4\pi nm\left(1 - \frac{fs}{4\pi m}\right).$$

» On voit aisément que, pour des barreaux qui ne sont pas très courts, la parenthèse de la dernière expression ne diffère pas sensiblement de l'unité; dans tous les cas, on peut calculer le terme de correction avec une approximation suffisante.

» Cette première expérience permet donc de calculer la quantité de magnétisme m; en mesurant ensuite le moment magnétique mL du barreau par un procédé quelconque, on en déduira la longueur magnétique L et, par suite, la position des pôles.

» Ce moment magnétique peut être déterminé par une méthode d'induction en employant le même galvanomètre balistique et le même circuit, de manière à éliminer toutes les constantes du galvanomètre.

» Pour cela, on place le barreau au milieu d'une longue bobine cylindrique ayant n_1 spires par unité de longueur. Si l'on appelle S la section de la bobine, $\pm$ V les potentiels moyens de l'aimant sur les bases de la bobine, la décharge induite dans le galvanomètre, quand on enlève l'aimant, est proportionnelle à l'expression (1)

$$4\pi n_1 m\mathrm{L} - 2n_1 \mathrm{VS} = 4\pi n_1 m\mathrm{L}\left(1 - \frac{\mathrm{VS}}{2\pi m\mathrm{L}}\right).$$

Il suffit de donner à la bobine une assez grande longueur pour que le terme de correction compris dans les parenthèses soit facile à calculer, ou même rendu négligeable.

» Les angles d'impulsion θ et θ' du galvanomètre dans les deux cas étant proportionnels aux décharges, il reste simplement, en faisant abstraction des termes de correction,

$$\frac{\theta'}{\theta} = \frac{4\pi n_1 m\mathrm{L}}{4\pi n m} = \frac{n_1}{n}\mathrm{L},$$

$$\mathrm{L} = \frac{n}{n_1}\frac{\theta'}{\theta}.$$

» On peut même choisir les nombres de tours n et n_1 de telle façon que les angles θ et θ' diffèrent très peu l'un de l'autre et éliminer ainsi les corrections relatives au galvanomètre balistique.

» Je reviendrai plus tard sur les résultats fournis par cette méthode. »

(1) *Voir* MASCART et JOUBERT, *Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, t. II, p. 700.

BOTANIQUE. — *Des propriétés nutritives du latex et de l'appareil aquifère des* Calophyllum *de M.* Vesque; par M. A. **Trécul.**

« M. Vesque commence sa réponse à ma Communication du 3 janvier en se félicitant de se trouver si complètement d'accord avec moi en ce qui concerne l'organisation anatomique de l'appareil en question, ce qu'il appelle *appareil aquifère*. Mais il déclare que nous différons d'opinion sur le rôle physiologique des trachéides ou vaisseaux qui le constituent. Au lieu de considérer ces trachéides, ainsi que je le fais, comme mettant le système vasculaire en rapport avec les canaux laticifères, il refuse au rapprochement des deux sortes d'organes toute signification physiologique, et ne tient aucun compte de leur contact pourtant si intime. Mais, dan[illegible]euxième Note, il transforme complètement l'avis qu'il a émis dans [illegible]mière. En écrivant sa Note du 13 décembre, il était si frappé de la disp[illegible]n des trachéides, qui enveloppent en grande partie le canal sécréteu[illegible]laticifère, qu'il a considéré leur ensemble comme constituant un appar[illegible]particulier, auquel il a donné le nom d'*appareil aquifère*. Après ma C[illegible]mmunication, M. Vesque change de manière de voir. Dans sa Note du 31 janvier, cet appareil aquifère ne serait plus qu'une partie, l'extrémité de ce qu'il appelle les *réservoirs vasiformes*, *réservoirs d'eau* de la plante (le système vasculaire en général).

» Il m'était donc permis, dit-il, de me servir d'une expression un peu brève pour le cas particulier du *Calophyllum*. »

» Rappelons les textes de la première Note, et l'on verra que l'*appareil aquifère* y est nettement délimité, clairement distingué des autres parties du système vasculaire de la feuille. Voici ce que dit l'auteur :

» L'appareil aquifère très particulier de ces plantes se relie intimement à ces derniers canaux sécréteurs. *Il consiste essentiellement* en larges trachéides spiralées et déroulables, terminées obliquement ou en pointe, qui se groupent en nombre variable suivant un arc de 1 — 4 assises, embrassant la partie inférieure et les côtés du canal sécréteur. Plus rarement elles sont *toutes réunies* en un fascicule entièrement situé au-dessous de la glande (*C. trapezifolium*, *C. Thwaitesii*); plus rarement encore sur les côtés et au-dessus (*C. Pseudotacamahaca*), de manière à en enfermer la partie supérieure (du laticifère). »

» Voilà bien la description complète de l'appareil aquifère.

« Cet appareil, qui ne fait défaut à aucun *Calophyllum*, communique *avec les*

faisceaux des nervures secondaires par de *courts fascicules*, comprenant quelques trachéides étroites et des fibres mécaniques..... »

» Puisque cet appareil est mis en communication avec les nervures secondaires par des fascicules de trachéides étroites, il est bien clair que ces *nervures secondaires* et ces *fascicules*, qui traversent obliquement les parenchymes, ne font pas partie de l'appareil aquifère. Donc ce n'est pas, dans la première Note, tout le système vasculaire (ou des réservoirs vasiformes) que M. Vesque a désigné par ce terme *appareil aquifère*.

» Et plus loin :

» On peut considérer cet appareil comme une hypertrophie *des dernières ramifications* du système libéro-ligneux, et dont le liber serait éteint. ... »

» Par conséquent, il ne resterait, pour constituer l'appareil aquifère, que les trachéides réparties à la surface du canal sécréteur ou laticifère. Et plus loin encore :

» Quoi qu'il en soit, les réservoirs (à eau, c'est-à-dire l'appareil aquifère) *s'étendent jusqu'à la nervure médiane*, d'où ils reçoivent quelquefois des *fascicules de même nature* et de même volume que les branches anastomotiques décrites ci-dessus. »

» Donc, encore une fois, ces branches anastomotiques ne font pas partie de l'appareil aquifère, non plus que les nervures secondaires et la nervure médiane. Il est bien évident que l'appareil aquifère est seulement constitué par les trachéides appliquées sur le canal sécréteur. Enfin, M. Vesque dit encore :

» Je ne connais aucun autre exemple d'une disposition semblable de trachéides évidemment destinées à emmagasiner de l'eau. »

» L'argumentation contenue dans la deuxième Note de M. Vesque, pour justifier la nouvelle définition de son appareil aquifère, tombe devant ces citations. Examinons maintenant les objections qu'il fait au rôle physiologique que j'attribue aux organes dont il s'agit.

Première objection opposée par M. Vesque.

» Je ne tiens aucun compte, dit-il, du rapprochement entre l'appareil trachéen et le canal sécréteur. ... Je persiste à refuser toute signification physiologique au rapprochement des appareils aquifères des *Calophyllum* et des canaux sécréteurs. »

» Cela est dit, il me semble, avec beaucoup trop d'assurance. Un fait des plus intéressants, que l'on a constaté sur vingt-trois espèces, ne mérite pas tant de dédain. Puisqu'il existe un contact si intime entre les trachéides

et les canaux sécréteurs, c'est que ces trachéides apportent ou reçoivent quelque chose. Ainsi que je l'ai dit, dès 1865, mon opinion est qu'elles reçoivent quelque chose des canaux laticifères.

» Pourquoi, continue M. Vesque, les *Calophyllum* seuls, dans la famille des Guttifères, auraient-ils le privilège d'nne circulation du liquide sécrété? »

» C'est là une objection que je me suis faite, il y a trente ans, pour les laticifères en général, et à laquelle répondent les faits contenus dans ma précédente Communication. D'ailleurs, cette objection peut être retournée contre M. Vesque lui-même. On peut lui demander pourquoi son appareil dit *aquifère* existerait seulement chez les *Calophyllum* et non dans les autres plantes de la famille? — Il dit encore :

» Sa position (du canal sécréteur) est d'ordre morphologique et *peut être influencée par des raisons mécaniques*. Elle peut donc trouver sa raison d'être, chez les *Calophyllum*, dans la nervation particulière de ces plantes. »

» Mais, c'est le contraire qui est vrai. C'est la nervation qui est influencée par la présence des canaux laticifères entre les nervures secondaires parallèles. La disposition des fascicules transverses et des trachéides qui revêtent le canal n'est telle qu'afin de mettre celui-ci en rapport avec ces nervures secondaires parallèles et avec la nervure médiane.

Deuxième objection de M. Vesque.

» Le liquide contenu dans les trachéides n'est pas de l'eau proprement dite. »

» Ceci, loin d'être une objection, confirme mon assertion. Ce n'est donc pas *appareil aquifère*, *réservoir d'eau* qu'il fallait dire, c'est réservoir à suc ou à sève. Mais il n'y a là aucun emmagasinement. Rien n'est mis en réserve. Tout semble disposé pour être immédiatement utilisé.

» M. Vesque ne nie pas l'écoulement de l'émulsion (latex) dans les trachéides, mais il le considère comme accidentel. Il ajoute plus loin :

» Dès lors, le contenu d'un laticifère ou d'un canal sécréteur, en supposant ce dernier immédiatement contigu, après destruction ou refoulement des cellules sécrétrices, doit pénétrer facilement dans ces espaces vides (les trachéides, qu'il suppose vidées), soit par filtration, soit, etc.... »

» Puisque la possibilité de la filtration à travers les membranes est admise par M. Vesque, pourquoi n'aurait-elle pas lieu naturellement, quand tout est si bien disposé pour que cela arrive? Il ne faut pas perdre de vue que j'ai cité des laticifères qui se vident (*Convolvulacées*, *Euphorbes*, etc.) et des canaux gommeux (*Balantium antarcticum*, *Alsophila aculeata*, etc.).

Le beau latex jaune rougeâtre du *Macleya cordata* disparaît du bas en haut de la tige. Dans la jeunesse, il y en a dans toute la hauteur de la plante; dans un âge avancé, on peut n'en plus trouver que dans les péricarpes. Puisque le latex peut abandonner les laticifères, on a donc beaucoup de raison de penser que, dans les plantes où les vaisseaux trachéens et les laticifères sont en contact, et surtout où ils sont aussi bien disposés autour et au contact des canaux sécréteurs que dans la feuille des *Calophyllum*, le latex ou ses parties solubles puissent passer dans les trachéides. Il est tout au moins bien téméraire de dire : « *Je persiste à refuser toute signification physiologique au rapprochement des appareils aquifères des* Calophyllum *et des canaux sécréteurs.* »

» Ici se présente une autre question physiologique du plus haut intérêt. M. Vesque ne croit pas *à une action des trachéides sur leur contenu*, par la raison que les trachéides sont des *cellules mortes*, incapables de tout rôle autre que purement physique. Les trachéides sont-elles réellement des cellules mortes? Le fait est que certains botanistes regardent aujourd'hui comme mortes les cellules vasculaires et les fibres, qui ne contiennent plus de protoplasma comme dans leur jeunesse, et qui n'ont plus la faculté de se multiplier. Cela, cependant, ne prouve pas qu'elles soient mortes. Ne serait-il pas bien surprenant qu'elles mourussent à l'époque même à laquelle elles arrivent à leur plus grande perfection? Je suis convaincu qu'elles vivent par leur membrane et que celle-ci n'est point inerte comme le suppose M. Vesque. Si elles étaient mortes, elles se comporteraient comme tous les êtres organisés qui ne sont plus sous l'influence de la vie; elles se décomposeraient. Or, dans un milieu toujours humide, elles subsistent dans l'aubier de nos arbres dicotylédonés et ailleurs pendant un grand nombre d'années, sans rien perdre de leur fraîcheur, sans changer d'aspect. Non, ni les cellules vasculaires ni les fibres dites *mécaniques* ne sont mortes dans les feuilles ou dans l'aubier, etc.

» Les juger mortes parce qu'elles ne contiennent plus de protoplasma, c'est une déduction *a priori* que l'expérience n'a pas démontrée. On les dit *mortes*, sans doute parce que l'on suppose qu'elles ne peuvent plus se nourrir. Mais elles peuvent avoir trois sources d'alimentation : la sève qui monte dans l'aubier n'est pas dépourvue de toute matière nutritive; l'amidon des cellules du parenchyme de l'aubier est vraisemblablement produit pour subvenir aux besoins des parties voisines, des fibres et des vaisseaux par conséquent. Ne peuvent-elles pas recevoir aussi des aliments de l'écorce par l'intermédiaire des rayons médullaires, qui eux-mêmes sont très amylifères?

» Pour tâcher de convaincre les contradicteurs de l'opinion que je soutiens, je vais comparer l'état des laticifères pourvus d'une membrane à celui des fibres et des vaisseaux.

» Si les membranes qui constituent ces fibres et ces vaisseaux étaient mortes parce qu'elles ne contiennent plus de protoplasma, les membranes des laticifères devraient être mortes aussi, puisqu'elles seraient remplies, au dire de mes contradicteurs, non de protoplasma, mais de matières inertes, impropres à la nutrition, inutiles à la plante. Il n'en est pourtant point ainsi, car les laticifères pourvus d'une membrane témoignent très souvent d'une végétation très active. Chez les uns, les membranes des cellules constituantes primitives disparaissent et sont remplacées par un tube membraneux continu. Chez d'autres, le tube ainsi formé émet latéralement des rameaux qui s'insinuent entre ou à travers les cellules du parenchyme environnant, et vont s'unir et se fusionner avec l'extrémité d'autres rameaux semblables d'un autre laticifère voisin ou parfois assez éloigné. J'ai mesuré de tels rameaux unissant deux laticifères du *Tragopogon pratenes*, distants de $1^{mm},15$. Ce qui ajoute à l'intérêt de ces rameaux dans les *Argemone*, *Tragopogon* et les autres plantes citées ici, c'est que cette végétation s'accomplit le plus activement à la périphérie des racines. A la surface de celles du *Podostemum laciniatum* et du *Lactuca Scariola*, les laticifères produisent quelquefois un si grand nombre de rameaux qu'ils se touchent latéralement. Ne peut-on pas croire que, s'ils sont si nombreux à la surface de ces racines, c'est qu'ils prennent aux cellules qui vont mourir les matériaux utilisables qu'elles contiennent? Les exemples d'une telle ramification pourraient être multipliés. De l'union de tels laticifères, d'abord composés de séries de cellules, qui se fusionnent ensuite, résultent très souvent les plus beaux réseaux. Une semblable activité ne se comprendrait pas dans des cellules à contenu inerte.

» Chez d'autres plantes encore, chaque laticifère est formé par une seule cellule qui, commençant dans l'embryon, s'allonge en un tube continu, lequel se ramifie sans cesse pendant l'accroissement du végétal qui le contient. J'ai décrit de ces laticifères déjà très rameux dans les embryons des *Asclepias Cornuti*, *A. mexicana*, *Oxypetalum solanoides* et dans celui de l'*Euphorbia Lagascœ*. Pour que l'on se fasse une idée de l'abondance des ramifications, je rappellerai que je suis parvenu à isoler un fragment de laticifère de l'*Euphorbia globosa*, dont l'ensemble des branches représentait une longueur de $93^{mm},50$. Ce fragment avait cent vingt bifurcations, et cependant sept de ses branches principales et un grand nombre de ses ramifications latérales étaient cassées.

» Ce n'est pas tout : dans quelques *Euphorbia*, les membranes de ces tubes ramifiés peuvent acquérir une épaisseur considérable, avec plusieurs couches d'épaississement nettement accusées, quelquefois six ou sept ([1]). Dans les *Argemone*, les laticifères voisins du collet, vers la base de la tige et au sommet de la racine, épaississent inégalement leur membrane; ils produisent des bourrelets plus ou moins rapprochés et plus ou moins régulièrement espacés, qui, dans l'*Argemone ochroleuca*, simulent quelquefois des spires irrégulières; le plus souvent ils constituent des mailles larges et inégales. Dans l'*Argemone grandiflora*, j'ai trouvé des bourrelets assez rapprochés pour figurer des fentes assez larges ou même de larges ponctuations.

» Comment en pourrait-il être ainsi, si le latex était inerte, s'il était un *caput mortuum*, comme on l'a dit? Si le latex était incapable d'alimenter les cellules qui le renferment, ces cellules se comporteraient comme si elles étaient privées de protoplasma. Elles devraient être mortes, d'après la théorie nouvelle. Comme, au contraire, elles font preuve d'une très grande activité, ainsi que l'on vient de le voir, on est contraint d'admettre que leur latex n'est point inerte, qu'il constitue une sorte de protoplasma d'une très grande valeur alimentaire. Et, en effet, je le répète depuis longtemps, il produit en abondance des substances amyloïdes et amylacées dans bon nombre d'espèces (*Apocynées*, *Euphorbia*, etc). Eh bien! de même que l'on se méprend sur la nature du contenu des laticifères, en le regardant comme dépourvu de toute vitalité, de toute propriété nutritive, de même l'on se trompe sur la vitalité des fibres et des vaisseaux de l'aubier en général, etc., et des feuilles des *Calophyllum* en particulier.

Troisième objection de M. Vesque.

» M. Trécul croit qu'un appareil de si petites dimensions (deux centièmes de millimètre de diamètre) ne peut servir de réservoir, mais il oublie que ces cellules sont

---

([1]) Voici quelques exemples des plus gros laticifères des Euphorbes avec l'épaisseur de la paroi stratifiée :

	Diamètre du laticifère. (mm)		Épaisseur de la paroi. (mm)
Euphorbia caput Medusæ	0,09	jusqu'à	0,03
» *globosa*	0,10	»	0,02
» *helicothele*	0,08 à 0,10	»	0,015
» *grandidens*	0,08	»	très épaisse.

Il s'agit bien ici de vrais laticifères munis des nombreux grains d'amidon que contient le latex des Euphorbes.

très nombreuses et constituent, par leur réunion, des bandes de tissu intercalées entre les nervures secondaires. »

» Ce n'est point seulement parce que ces trachéides sont fort petites que je ne veux pas les considérer comme des réservoirs d'eau, mais parce qu'elles ne contiennent pas d'eau proprement dite (ce dont M. Vesque convient dans sa deuxième Note). C'est aussi parce que les bandes qu'elles forment sont intimement appliquées à la surface des laticifères, qu'elles entourent en grande partie, ce qui accuse bien plus une action physiologique, s'exerçant entre les deux sortes d'organes, qu'un réservoir d'eau, qu'un emmagasinement d'eau, dont le besoin ne se fait guère sentir, et dont M. Vesque ne signale pas l'usage. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nombre et durée des pluies*. Note de M. **Hervé Mangon.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 10 décembre 1860, la description d'un nouveau *pluvioscope* destiné à compter le nombre des gouttes de pluie et à enregistrer l'heure et la durée de chaque ondée. J'ai fait connaître, en même temps, le but de ces observations et les premiers résultats obtenus à l'aide de l'appareil.

» Les observations ont été régulièrement poursuivies depuis le 1er septembre 1860 jusqu'au 31 juillet 1870; mais le temps m'avait fait défaut pour les calculer. Je viens de terminer ce travail. Les tableaux détaillés occuperaient ici beaucoup de place; je prie l'Académie de me permettre de lui en présenter un très court résumé.

» Du 1er septembre 1860 au 31 juillet 1870, il y a eu à Paris 1883 jours de pluie. Il est tombé 11993 ondées, dont 6478 le jour et 5515 la nuit. La durée de la pluie a été de $4578^{h}5^{m}$. La durée moyenne des ondées a été de 22^{m} environ. Enfin le rapport de la durée de la pluie au temps total de 0,05 environ.

» La plus longue durée de la pluie en 24^{h} a été de $14^{h}15^{m}$ le 18 octobre 1868. La plus longue ondée a duré 10^{h} le 16 janvier 1867, de 1^{h} à 11^{h} du soir; le plus grand nombre d'ondées observées en 24^{h} a été de 29, le 10 novembre 1868.

» Le plus grand intervalle sans pluie a été de 26 jours, du 11 septembre au 6 octobre 1865. Le plus grand nombre de jours de pluie consécutifs a été de 18, du 3 au 20 octobre 1867.

» Les moyennes générales des nombres d'ondées, de leur durée totale,

de leur durée moyenne et du rapport de la pluie au temps total, sont réunis dans le Tableau suivant :

Mois.	Jours de pluies.	Nombres de pluie			Durée de la pluie			Durée moyenne des pluies			Rapport de la durée de la pluie au temps total		
		le jour.	la nuit.	Total.	le jour. (h m)	la nuit. (h m)	Total. (h m)	le jour. (h m)	la nuit. (h m)	générale. (h m)	le jour.	la nuit.	général.
Janvier.	17,5	42,3	72,7	115,0	8,34	15,44	24,18	23,8	25,2	24,5	0,0678	0,0669	0,0673
Février.	14,4	36,9	56,0	93,9	7,01	10,54	17,55	21,9	22,7	22,3	0,0529	0,0576	0,0552
Mars...	21,2	79,2	60,8	140,0	13,05	13,01	26,06	21,4	28,3	24,8	0,0722	0,0657	0,0689
Avril...	13,3	58,5	41,4	99,9	9,55	7,44	17,39	20,0	20,5	20,2	0,0484	0,0499	0,0491
Mai....	14,3	66,1	31,0	98,1	11,42	6,33	18,15	22,9	26,6	24,7	0,0537	0,0429	0,0483
Juin ...	13,1	75,1	22,1	87,2	10,18	4,45	15,03	19,8	25,6	22,7	0,0423	0,0431	0,0427
Juillet..	14,8	62,0	29,6	91,6	10,19	4,28	14,47	24,3	19,9	22,1	0,0449	0,0363	0,0406
Août...	14,0	53,0	26,5	79,5	8,19	4,34	12,53	16,1	22,0	19,0	0,0409	0,0287	0,0348
Sept...	14,9	46,1	32,2	79,3	10,47	6,53	17,40	28,1	22,1	25,1	0,0447	0,0398	0,0421
Octobre	16,5	55,1	55,6	109,7	11,31	10,47	22,18	24,9	24,2	24,5	0,0669	0,0472	0,0570
Nov....	17,0	45,7	67,0	112,7	8,48	13,45	22,33	22,1	25,5	23,8	0,0689	0,0615	0,0652
Déc....	17,9	43,1	70,2	113,3	7,41	12,00	19,41	22,7	21,0	21,8	0,0603	0,0491	0,0547
Moy..	15,7	55,2	47,9	101,6	9,50	9,15	19,05	22,3	23,6	22,9	0,0553	0,0490	0,0521

» Ces chiffres moyens généraux s'écartent beaucoup des chiffres mensuels annuels.

» Le mois de mars est celui qui, en moyenne, dans la période observée, offre le plus grand nombre de jours de pluies, le plus grand nombre d'ondées, la plus grande durée de pluie, la plus grande durée des ondées et enfin le plus grand rapport de la durée de la pluie à la durée du temps total.

» Le mois de juin présente le plus petit nombre de jours de pluie; mais les mois d'août et de septembre comptent moins d'ondées que lui, et le mois d'août une moindre durée totale de pluie, une moindre durée moyenne des ondées et enfin un moindre rapport de la pluie au temps total.

» Les hauteurs moyennes de pluies tombées par mois, à l'Observatoire de Paris, pendant les années 1860 à 1870, sont les suivantes :

Mois.	Hauteurs moyennes. (mm)	Mois.	Hauteurs moyennes. (mm)
Janvier.......	42,1	Juillet........	53,3
Février.......	25,3	Août.........	37,3
Mars.........	44,9	Septembre....	56,1
Avril.........	33,6	Octobre......	53,0
Mai..........	52,7	Novembre....	42,6
Juin..........	42,0	Décembre....	41,3

» Les mois, au point de vue des hauteurs de pluie tombées, ne se rangent pas dans le même ordre qu'au point de vue de la durée et du nombre des ondées. Le mois de mars, par exemple, qui occupe le premier rang à ce dernier point de vue, n'occupe que le cinquième rang dans le Tableau qui précède, tandis que le mois de septembre, qui reçoit la plus grande quantité d'eau, compte moins d'ondées qu'aucun autre.

» Le pluvioscope à cadran que j'ai employé n'avait que $0^m,60$ à $0^m,70$ de diamètre, de sorte qu'il était difficile de lire le commencement et la fin de chaque ondée avec une approximation supérieure à cinq minutes. Il ne m'avait pas été possible de faire construire le pluvioscope à *bandes* que j'avais décrit dès 1860. Ce dernier instrument permet d'espacer, autant qu'il est nécessaire, les divisions du temps et d'évaluer par conséquent, avec toute l'exactitude désirable, la durée de chaque ondée et l'intervalle qui les sépare. Ce nouvel instrument est maintenant terminé.

» L'incertitude que peut laisser la lecture d'un pluvioscope à cadran de faible diamètre, pour les ondées très rapprochées, ne change rien d'ailleurs au comptage du nombre de jours de pluie qui ne donne lieu à aucun doute. Le pluvioscope fournit, en effet, des renseignements parfaitement certains : il indique la chute des *gouttes* qui caractérise la pluie. La rosée et les brumes sont indiquées par une nuance plus ou moins foncée, estompée sur toute la surface du papier. Si la pluie survient pendant la durée d'une brume, les gouttes isolées se détachent en plus noir sur la nuance générale. La chute de la pluie n'est pas, en effet, un phénomène qui passe insensiblement du brouillard à l'averse. La pluie proprement dite se compose de gouttes d'eau de dimensions notables : quand il tombe des *gouttes* d'eau dans une journée, on doit la compter comme pluvieuse. En exposant, chaque jour, à l'air, à défaut de pluvioscope, un simple morceau de papier préparé comme nos cadrans, on peut, sans difficulté, reconnaître les jours de pluie proprement dite.

» On ne s'étonnera pas que les jours de pluie indiqués dans le Tableau ci-dessus soient plus nombreux que ceux fournis par les pluviomètres ordinaires, dont on néglige presque toujours les indications quand la hauteur de pluie tombée est inférieure à $0^{mm},10$ ou $0^{mm},15$ et quelquefois davantage. Ces hauteurs d'eau, très faibles à la vérité, représentent cependant 1000^{kg} à 1500^{kg} d'eau par hectare, quantités qui sont loin d'être négligeables pour les plantes cultivées. Il convient donc d'ajouter les indications des pluvioscopes à celles des pluviomètres si l'on désire obtenir

des renseignements complets sur le nombre et le caractère des pluies d'une région.

» L'emploi d'un certain nombre de pluvioscopes, distribués dans des stations plus ou moins éloignées d'une même région, fournirait encore des indications précises et intéressantes sur la formation de la pluie et sur la vitesse avec laquelle elle envahit une portion, plus ou moins étendue, de l'atmosphère; on saurait, dans chaque cas particulier, si la pluie suit ou précède le vent, on pourrait évaluer, dans certaines limites, les quantités de chaleur absorbées ou dégagées dans l'épaisseur des masses nuageuses, et apporter à l'étude de la condensation de la vapeur atmosphérique des données trop rares aujourd'hui. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les tourbillons aériens*. Lettre de M. **D. Colladon** à M. Bertrand.

« Genève, le 3 mars 1887.

» J'ai été bien vivement intéressé par la Communication de M. Mascart à l'Académie des Sciences, au sujet des belles expériences de M. Weyher sur les tourbillons aériens et sur les mouvements rotatoires des sphères et des anneaux, tournant autour d'un globe auquel on imprime un mouvement de rotation rapide.

» Ces belles expériences m'ont intéressé à un double titre, car j'ai publié, il y a huit ans, une Notice intitulée : *Contributions à l'étude de la grêle et des trombes aspirantes* (1), dont j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie quelques exemplaires.

» En parcourant (p. 29 à 43) le Chapitre intitulé : *Des trombes aspirantes*, on sera frappé de l'analogie remarquable qui ressort de mes observations (p. 30 à 32) et de celles de M. Raoul Pictet (p. 35 et suivantes), comparées avec les résultats obtenus en petit dans les expériences faites à Pantin.

» Il est rare que l'on puisse suivre jusqu'à de grandes hauteurs la marche d'un tourbillon atmosphérique, qui ne soulève que des poussières ou de très menus objets, lesquels deviennent bientôt invisibles en s'élevant et en se dispersant dans l'air; mais j'ai été favorisé d'une manière

(1) *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle de Genève*, t. II, p. 5, juillet 1879.

toute spéciale, ayant pu observer une trombe ascendante de ce genre, qui a soulevé à quelques pas de moi (voir la page 31 de ma Notice) une grande quantité de menus linges exposés sur le sol, en plein soleil de juillet et entre 11^h et midi.

» J'ai vu la plupart de ces morceaux d'étoffe enlevés, avec une excessive rapidité, dans un tourbillon ascendant à axe vertical, ayant 2^m ou 3^m de diamètre à sa base, et ces nombreux linges blancs, éclairés par le soleil, m'ont permis de suivre leur ascension jusqu'à une hauteur d'environ 500^m à 600^m; je les voyais s'écarter en montant et se disperser dans différentes directions, pour retomber sur le sol à 2^{km} ou 3^{km} de l'axe primitif de la trombe.

» C'était, sur de très vastes proportions, le fait même observé à Pantin, à une bien petite échelle, dans les intéressantes expériences de M. Weyher; et si je traçais les trajectoires décrites par ces nombreux lambeaux d'étoffe, en les réduisant à une échelle trois ou quatre cents fois plus petite, j'aurais une reproduction très exacte des phénomènes tels qu'ils viennent d'être observés pendant les expériences décrites par M. Mascart et que le journal *la Nature* a figurées dans son numéro du 26 février.

» Je pourrais en dire à peu près autant des observations de M. Raoul Pictet, décrites aux pages 33 à 37 de ma Notice, observations qu'il avait faites en 1873 près du Caire, à la seule exception que les poussières et les très menus grains de sable qui se dispersaient à une grande hauteur, pour retomber sur le sol, devenaient invisibles par le fait même de leur dispersion.

» Notre illustre Collègue M. Faye, dans une intéressante Notice intitulée : *Défense de la loi des tempêtes*, insérée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1875, compare (p. 486 à 493) les tourbillons des cours d'eau avec les trombes aériennes : il semble vouloir conclure de cette comparaison que, puisque, dans les tourbillons hydrauliques à axe vertical des fleuves, le mouvement des molécules d'eau est descendant, il doit en être de même dans les tourbillons aériens, et que les molécules de l'air et des poussières qu'il contient, qui sont les plus voisines de l'axe de rotation, doivent être de même attirées de haut en bas. *Il ne croit pas possible* (p. 460 et suivantes) *qu'il existe un tourbillon aérien dans lequel les parties voisines de l'axe auraient un mouvement ascendant.*

» Il me semble que, dans la plupart des cas, ces deux phénomènes, quoique analogues, peuvent être de sens inverse près du sol ou de la surface liquide.

» Dans les rivières, la masse tourbillonnante possède une force centrifuge dont l'effet immédiat est de diminuer la poussée du liquide environnant sur les parties latérales et inférieures du tourbillon, et il en résulte nécessairement, pour cette masse en rotation, une vitesse de haut en bas, puisque la pesanteur de la partie tourbillonnante n'est plus exactement équilibrée par la poussée du fluide qui l'environne.

» Dans l'air, si l'axe vertical d'un tourbillon qui se manifeste jusque près du sol se prolonge jusqu'à une hauteur de plusieurs kilomètres au-dessus du terrain, et si le maximum d'énergie de la force centrifuge produite dans toute la masse en rotation se trouve situé à plusieurs centaines de mètres au-dessus de la terre, *ce qui doit être un cas assez fréquent*, ce sera vers ce maximum et non près du sol qu'il se produira obligatoirement *un maximum de vide partiel barométrique*, occasionnant le long de l'axe du tourbillon, et depuis le sol, une aspiration ou succion, de bas en haut, tandis que, dans les parties très élevées de l'atmosphère, situées sur le prolongement de l'axe du tourbillon, cette succion s'effectuera de haut en bas.

» Cette conception ne peut être niée, la théorie l'indique, et une foule d'observations authentiques en constatent la réalité; le fait que j'ai pu observer près de Genève et dont j'ai pu suivre toutes les phases, par suite d'une heureuse coïncidence, suffirait seul pour démontrer cette aspiration de bas en haut, agissant jusqu'à 600^m ou 700^m d'élévation. Les faits tout récents découverts par M. Weyher en sont une preuve expérimentale.

» Le cas que je viens d'admettre, d'un tourbillon aérien à axe vertical très prolongé, ayant une énergie rotative maximum bien au-dessus du sol, sera facilement admis par les météorologistes. On sait, en effet, que les courants d'air aériens, les plus rapides et les plus variables, sont ordinairement situés à plusieurs centaines de mètres au-dessus de la terre (¹).

» Très souvent, surtout en été, l'air est à peu près calme près du sol, tandis que l'aspect des nuages montre que des courants d'air violents et de directions diverses agitent l'atmosphère dans les régions élevées. Les ascensions en ballon constatent souvent ces directions variables des courants supérieurs (²).

(¹) M. Faye l'admet également (voir l'*Annuaire pour* 1875, p. 494).

(²) Dans une très récente ascension aérostatique, du 28 novembre 1886, faite en vue d'étudier, d'après mes instructions, la distribution de l'électricité atmosphérique, ces brusques sautes de vent à plus de 400^m d'altitude ont été plus particulièrement remarquées par les aéronautes, MM. Marcillac et Capazza (voir, dans le journal *la Lumière électrique* du 5 février dernier, le récit de M. Marcillac).

» Il peut suffire de la rencontre de deux courants opposés, à quelques kilomètres au-dessus du sol, pour produire un fort tourbillonnement à cette hauteur; ce mouvement devra se communiquer, de proche en proche, au-dessous et au-dessus.

» Dans l'intérieur d'une masse d'eau très étendue, si l'on pouvait produire un mouvement rotatif à axe vertical, d'une certaine intensité, et long de quelques mètres, il se produirait très probablement un effet analogue; et, si la vitesse angulaire de rotation de la masse tournante avait son maximum près du milieu de la longueur de l'axe métallique immergé, on verrait dans l'eau, le long de cet axe, deux courants de sens contraires : un courant liquide ascendant dans la moitié inférieure et un courant liquide descendant dans la moitié supérieure.

» Si j'avais eu à ma disposition, à Genève, un grand aquarium, j'aurais tenté immédiatement cette expérience; peut-être M. Weyher en aura-t-il un à Paris, disponible pour un essai. En y introduisant un axe vertical métallique, plongeant de quelques décimètres et portant à moitié de sa longueur immergée un agitateur à palettes de quelques centimètres de diamètre, il constaterait probablement, en prolongeant l'expérience, deux courants en spirales se dirigeant vers l'agitateur, l'un montant et l'autre descendant.

» Une autre expérience de M. Weyher a consisté à placer, au-dessous et à distance d'un petit tourniquet élevé, un monticule de sciure de bois ou de grains de gruau; en imprimant au tourniquet un mouvement rapide, on voit une petite trombe ascendante s'élever au-dessus du monticule, tandis que son sommet se creuse en hémisphère.

» Cette expérience rappelle les affouillements et les dessèchements d'étangs ou de petites rivières, constatés bien souvent par des observateurs à l'instant du passage d'une trombe. C'est une nouvelle preuve des phénomènes d'aspiration de bas en haut qui accompagnent la plupart des trombes, lorsqu'elles arrivent en contact avec le sol et probablement aussi avec l'eau de la mer.

» On ne doit pas méconnaître que cette puissance d'aspiration à la base d'une trombe peut atteindre ou dépasser, dans quelques cas, 2000^{kg} ou 3000^{kg} par mètre carré, puisque l'extrême limite de cette succion approcherait de $10\,000^{kg}$ par mètre carré.

» Quelques objections, présentées par M. Faye dans l'*Annuaire pour* 1875 au sujet de cette aspiration inférieure (voir p. 292), s'effaceront, je pense, devant cette nouvelle démonstration expérimentale, faite à Pantin, qui vient à l'appui d'une multitude de bonnes observations faites par des témoins dignes de toute confiance.

» Le principe général que j'admets, et qui me paraît nouveau et important par ses applications à la Météorologie et à la constitution physique des trombes, peut se résumer comme il suit :

» Étant donnée une grande étendue d'un fluide liquide ou aériforme, dont une portion limitée est animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe et forme une espèce de long fuseau rotatif, si l'on suppose ce fuseau divisé en tranches parallèles, d'égales épaisseurs, et perpendiculaires à l'axe, il se développera dans chacune de ces tranches une force centrifuge moyenne, tendant à éloigner ses particules de leur axe de rotation.

» Si les forces centrifuges moyennes des tranches les plus rapprochées du centre de longueur du fuseau ont une énergie supérieure à l'énergie centrifuge des tranches extrêmes, il se produira, aux extrémités de ce fuseau et le long de son axe, un appel vers les parties centrales, et il naîtra, le long de cet axe, à partir de ses extrémités, deux courants en sens contraire; en sorte que, si l'axe de ce fuseau était vertical ou à peu près, le mouvement produit serait ascendant dans sa partie inférieure et descendant dans sa partie supérieure.

» Les idées que j'ai émises dans différentes Notices, sur la cause principale et habituelle de la formation de la grêle, sont les mêmes que celles que M. Faye paraît adopter dans sa Notice insérée dans l'*Annuaire pour* 1877 (1). Nous admettons tous les deux l'intervention énergique des couches d'air placées au-dessus des nuages orageux et leur mélange, plus ou moins durable, avec les innombrables particules liquides qui constituent ces nuages.

» Dans presque tous les orages, l'air froid de ces couches supérieures contient un nombre considérable de fines aiguilles de glace, qui constituent en général les cirrus; elles doivent contenir, en outre, une multitude de particules d'eau liquide à l'état de surfusion, c'est-à-dire ayant, quoique à l'état liquide, une température qui peut être inférieure de 10°, 15° ou 20° à zéro.

» M. Faye et moi différons seulement sur la nature des causes premières, qui font descendre ces couches glacées superposées aux nuages, et qui produisent le mélange dont il est parlé ci-dessus. Selon M. Faye, cet

---

(1) L'idée première de l'influence probable des particules liquides à l'état de surfusion, ou des aiguilles de glace pour la formation des grêlons, placées au-dessus des nuages, se trouve déjà dans un Mémoire de M. Boisgiraud, publié en 1836. Cette idée a été développée par M. A. de la Rive, dans son *Traité d'Électricité*, t. III, p. 176 (1858), et par d'autres physiciens.

effet ne peut être produit que par une cause unique, perpétuellement la même, c'est-à-dire par un mouvement tourbillonnaire aérien, constituant à son intérieur une trombe aspiratrice à mouvement descendant. L'auteur affirme même (*Annuaire pour* 1877, p. 527) qu'il n'existe pas d'orage qui ne soit un mouvement tournant autour d'un axe vertical; conclusion excessive que ne sauraient d'ailleurs admettre les physiciens qui habitent des pays de montagnes et qui ont l'occasion de voir une multitude d'orages partiels, pour lesquels il serait bien difficile de constater un mouvement giratoire quelconque.

» Je ne suis pas aussi exclusif que mon honorable Collègue; car, tout en admettant comme lui que, dans certains cas, lorsqu'il existe dans un orage une vaste trombe produisant à sa partie supérieure une puissante aspiration des couches d'air placées au-dessus des nuages orageux, il peut et il doit même en résulter la formation locale de grêlons ou de grains de grésil, j'admets et je crois avoir démontré par des faits qu'il existe une autre cause très puissante, plus générale et d'une plus grande étendue d'action, qui, dans tous les cas de fortes averses, produit nécessairement, dans le nuage même où s'engendre la pluie, un appel de la couche d'air froid, plus ou moins mélangé de cirrus et de particules liquides à l'état de surfusion [voir mon Mémoire *Sur les origines du flux électrique des nuages orageux* (*Comptes rendus*, t. CII, séances des 12 et 19 avril 1886, p. 4 à 8)]. Dans toute averse, les gouttes de pluie entraînent nécessairement, depuis leur origine jusque vers le sol, un courant d'air vertical qui ne peut être remplacé, si l'orage a une certaine étendue, que par l'appel des couches d'air qui surmontent le nuage orageux. »

M. Jurien de la Gravière fait hommage à l'Académie d'un Volume qu'il vient de publier, sous le titre « Les Corsaires barbaresques et la marine de Soliman le Grand ».

M. le Secrétaire perpétuel Vulpian informe l'Académie qu'il a reçu de Mme Leudet un télégramme annonçant le décès de M. le Dr *Leudet*, nommé Correspondant dans la Section de Médecine et de Chirurgie le 14 février 1887.

« M. le Dr Leudet, directeur de l'École secondaire de Médecine de Rouen, était un savant d'un incontestable mérite. Ses recherches sur l'alcoolisme, sur la névrite résultant de l'asphyxie par la vapeur du charbon,

sur la leucocythémie splénique, sur les relations entre le diabète ou la polyurie et les lésions intra-craniennes, sur la tuberculose et sur un grand nombre d'autres questions importantes de la Pathologie, lui avaient acquis la plus légitime notoriété. La mort de M. Leudet est une perte considérable pour la Science médicale, qu'il a honorée par un labeur infatigable et fécond, poursuivi pendant plus de quarante années. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Statistique). — MM. Haton de la Goupillière, Lalanne, Bertrand, Larrey (baron) et de Jonquières réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Favé et de Freycinet.

Prix L. Lacaze (Chimie). — MM. Schlœsing, Berthelot et Peligot réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Chimie pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Pasteur et Reiset.

Prix Delesse. — MM. Hébert, Daubrée, Des Cloizeaux, Fouqué et Gaudry réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Damour et Pasteur.

Prix Barbier. — MM. Gosselin, Chatin, Charcot, Richet et Brown-Séquard réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Van Tieghem et Vulpian.

Prix Desmazières. — MM. Chatin, Van Tieghem, Bornet, Trécul et Duchartre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et de Quatrefages.

RAPPORTS.

PHYSIQUE. — *Rapport sur une Note de M.* Léon Roques, *relative à un nouveau métronome basé sur l'isochronisme des petites oscillations du pendule.*

(Commission composée des Membres de la Section de Mécanique et de la Section de Physique; M. Fizeau, rapporteur.)

« L'Académie a entendu, le 28 juin dernier, la lecture d'une Note de notre éminent Collègue de l'Académie des Beaux-Arts M. Saint-Saëns, réclamant, au nom de l'Art musical, la création d'un métronome normal, réglé mathématiquement et destiné à remplacer les instruments employés aujourd'hui, dans lesquels la précision fait le plus souvent défaut.

» Voici dans quels termes M. Saint-Saëns s'exprime au sujet du métronome dit *de Maëlzel :*

» Cet instrument, inventé à la fin du siècle dernier par Stoeckel et perfectionné par Maëlzel, est un pendule muni d'un curseur et d'une échelle graduée, basée sur la division de la minute de temps. Dans les métronomes le plus fréquemment employés, les divisions s'étendent depuis $\frac{1}{40}$ jusqu'à $\frac{1}{208}$ de minute. Cet instrument est universellement employé. Malheureusement, il ne peut être réellement utile qu'à la condition d'être un instrument de précision, ce qu'il n'est presque jamais. Le monde musical est peuplé de métronomes mal construits, mal réglés, qui égarent les musiciens au lieu de les guider. L'Académie, qui a rendu un si grand service à l'Art par la création du diapason normal, compléterait son œuvre en dotant la Musique d'un métronome normal réglé mathématiquement.

» Quelques mois après la Communication de M. Saint-Saëns, l'Académie a reçu, sur le même sujet, une Note de M. Léon Roques, intitulée : *Notice sur un nouveau métronome basé sur l'isochronisme des petites oscillations du pendule*. Un exemplaire du nouvel instrument accompagnait cette présentation. Dans cette Notice, l'auteur signale l'importance du problème qu'il s'est attaché à résoudre, en cherchant à fixer d'une manière tout à fait certaine le degré de vitesse du *mouvement* dans lequel un morceau de musique doit être exécuté pour que cette œuvre conserve le caractère voulu par son auteur.

» Les désignations bien connues de *largo, adagio, andante, allegro, presto* et quelques autres, ont été longtemps employées à peu près seules pour fixer cet élément, mais en laissant toujours une large part à l'arbi-

traire. Depuis l'adoption du métronome de Maëlzel (vers 1816), les désignations précédentes ont été accompagnées de chiffres déterminés, tels que les suivants : 40 pour le *largo*, 52 pour l'*adagio*, 66 pour l'*andante*, 120 pour l'*allegro*, 184 pour le *presto;* chaque nombre répondant à autant de battements par minute, pour un temps de la mesure.

» En effet, au moyen d'une échelle divisée, gravée sur une tige rigide formant pendule et portant deux petites masses dont l'une, mobile, peut être placée à différentes hauteurs, le métronome, animé par un mouvement d'horlogerie, peut battre à volonté tous les *mouvements* compris entre 40 et 208 à la minute. Si l'instrument était toujours d'une construction identique, c'est-à-dire si au même chiffre correspondait toujours le même nombre de battements, le problème devrait être regardé comme résolu, et il n'y aurait aucune utilité à chercher une solution nouvelle; mais on s'accorde à reconnaître qu'il n'en est pas ainsi et que les indications des instruments généralement en usage aujourd'hui sont très irrégulières et incertaines.

» M. Léon Roques a pensé que la cause des irrégularités du métronome de Maëlzel devait être attribuée à ce que la pièce principale de l'instrument est un pendule composé, actionné par un mouvement d'horlogerie, dans lequel les moindres variations de construction entraînent des variations notables dans les vitesses, et de plus à ce que les divisions de l'échelle n'ont aucune relation, facile à vérifier, avec les longueurs métriques du pendule simple.

» C'est à ce point de vue que M. Léon Roques s'est placé pour essayer de construire un nouveau métronome dont les indications soient plus constantes et la vérification plus facile. Pour atteindre ce but, il a eu recours aux propriétés bien connues du pendule simple oscillant sous l'action seule de la pesanteur, laquelle peut être considérée comme invariable; d'où il résulte que le nombre des oscillations dans un même temps, une minute par exemple, ne dépend que de la longueur du pendule, c'est-à-dire de la distance, toujours facile à vérifier, entre le point de suspension du fil et le centre de la petite masse oscillante.

» D'autre part, le nombre de ces oscillations étant lié à la longueur du pendule par la relation $n^2 : n'^2 :: l' : l$, et la longueur du pendule qui fait 60 oscillations simples par minute étant connue, en unités métriques, avec une grande précision, on peut aisément calculer une échelle de longueurs, donnant pour chaque division un nombre déterminé d'oscillations. Ajoutons que le pendule, étant une fois mis en mouvement, donne des oscil-

lations de plus en plus petites par l'effet de la résistance de l'air; mais le nombre des oscillations par minute reste invariable, malgré la diminution de l'amplitude, pourvu que l'on ne dépasse pas certaines limites : c'est le phénomène de l'isochronisme.

» Tels sont les principes sur lesquels s'est appuyé M. Léon Roques pour résoudre le problème qu'il s'était proposé; mais une difficulté dans l'application s'est présentée tout d'abord, relativement aux variations de longueur trop considérables que le pendule simple semble réclamer pour satisfaire aux divers *mouvements* usités en musique. En effet, du *largo* au *presto*, par exemple, la longueur du pendule devrait changer de $2^m,236$ à $0^m,106$.

» M. Léon Roques est parvenu à éviter ces dimensions exagérées, tout en conservant la simplicité et la précision des indications, en donnant à son pendule une longueur de $0^m,25$ seulement au maximum. Cette disposition donne une échelle de variations qui semble d'abord trop limitée; mais il est facile de l'étendre aussi loin qu'il est nécessaire par un artifice très simple, qui consiste à compter pour un seul temps musical, tantôt une, tantôt deux, tantôt quatre oscillations du pendule. Une échelle divisée à trois colonnes, gravée sur l'instrument, permet dans tous les cas d'ajuster le petit pendule selon le *mouvement* que l'on veut obtenir, lequel peut ainsi varier entre 30 et 236 battements par minute, étendue tout à fait suffisante pour réaliser tous les *mouvements* usités en musique.

» La construction de l'instrument est, du reste, de la plus grande simplicité; voici la description sommaire que l'auteur en donne :

» Une petite plaque en cuivre de $0^m,27$ de hauteur sur $0^m,03$ de largeur est soutenue par deux tiges; sur cette petite plaque, qui se présente comme un tableau incliné en avant, sont tracées des divisions horizontales, et les chiffres qui les accompagnent indiquent le nombre d'oscillations que le pendule mobile doit faire dans une minute.

» Le pendule mobile se compose d'un fil supportant un poids qu'il traverse un peu au-dessus de son centre; les deux extrémités de ce fil, passant librement par deux trous percés au haut de la petite plaque, vont se fixer à un contrepoids qui glisse derrière la plaque le long d'une tige.

» Le maniement de l'instrument est des plus faciles; il suffit de rapprocher le poids, qui tend le fil, du petit tableau, et de le placer devant tel ou tel chiffre. Le contrepoids, qui glisse derrière, permet de laisser osciller le pendule, sans que la longueur de celui-ci puisse changer pendant les oscillations. La longueur du pendule peut ainsi varier de $0^m,064$ à $0^m,250$ et donne 90 *mouvements* différents, en tenant compte de la colonne du tableau qui indique une, deux ou quatre oscillations pour un temps.

» On voit que, en réalité, c'est un pendule simple, à suspension bifilaire, de petite dimension et de longueur variable à volonté, qui constitue le mé-

tronome de M. Léon Roques. La construction en est facile et peu coûteuse; l'exactitude de ses indications est complète et certaine, si l'échelle est exactement gravée en accord avec les longueurs métriques, accord que partout et toujours on sera à même de vérifier, par comparaison avec des divisions métriques ordinaires.

» L'instrument ne frappe pas les temps comme le métronome de Maëlzel et ses indications ne parlent qu'aux yeux; en un mot, il est silencieux, ce qui est regardé par les uns comme un avantage et par d'autres comme un inconvénient. Nous n'avons pas ici à nous prononcer sur ce point, que la pratique et l'usage auront bientôt jugé en dernier ressort.

» Il nous reste à rappeler, en quelques mots, les tentatives antérieures faites à diverses époques pour résoudre le même problème, afin de donner une idée plus exacte du degré de nouveauté et d'originalité du nouvel instrument.

» On cite, vers l'année 1698, un instrument construit par Loulier, destiné à compter les temps musicaux; un autre de Lafillard, musicien de la chapelle du roi; plus tard, un mécanisme de Sauveur (1705), cité par J.-J. Rousseau; un autre de d'Onzembray (1732); ainsi que divers appareils dus : au mécanicien anglais Harris, à l'horloger Duclos (1782), au mécanicien Pelletier, à l'horloger Renaudot (1784); enfin le chronomètre de Despréaux, professeur au Conservatoire de Musique, sur lequel on a un Rapport de Baillot de 1812. Ce dernier instrument se composait d'un tableau divisé et d'un pendule de la longueur du pendule astronomique, soit $0^{m},994$, lequel pouvait être ajusté à différentes longueurs; disposition, qui n'est pas sans analogie avec celle du métronome qui nous occupe, et qui a été reprise par Chevé (vers 1840).

» On doit reconnaître cependant que l'instrument de M. Léon Roques diffère notablement de celui de Despréaux, et par ses dimensions beaucoup plus restreintes, et par son pendule bifilaire, et par son échelle multiple de battements.

» Du reste, tous ces instruments, plus ou moins ingénieux, sont aujourd'hui tombés dans l'oubli le plus complet, et il ne reste que celui de Maëlzel dont les inconvénients ont été signalés plus haut. On assure encore que quelques chefs d'orchestre étrangers suppléent à l'absence d'instruments exacts par un ruban de $2^{m},25$ enroulé dans un étui, et que l'on déroule pour en faire un pendule de la longueur convenable à chaque nombre d'oscillations.

» En résumé, la Commission pense que c'est une idée juste d'appliquer

les oscillations du pendule simple à régler d'une manière certaine et invariable les divers *mouvements* dans lesquels les morceaux de musique doivent être exécutés, et que M. Léon Roques a réalisé cette application d'une manière simple et pratique.

» En conséquence la Commission est d'avis que le métronome de M. Léon Roques est un instrument propre à rendre des services à l'Art musical. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport sur un Mémoire de MM.* Bérard *et* Léauté, *intitulé :* « *Sur les moyens de réduire les accroissements momentanés de vitesse, dans les machines munies de régulateurs à action indirecte.* »

(Commissaires : MM. M. Lévy, Marcel Deprez, Sarrau ;
Phillips, rapporteur.)

« La régularité du mouvement, qui joue un rôle si essentiel dans presque toutes les industries, acquiert une importance capitale dans celle de la fabrication de la poudre, car de faibles accroissements de vitesse peuvent suffire à provoquer des accidents graves. Le Mémoire dont nous venons rendre compte à l'Académie et qui est dû à la collaboration de MM. Bérard, ingénieur en chef des Poudres, et Léauté, ingénieur des Manufactures de l'État, a précisément pour objet la détermination des moyens propres à réduire ces accroissements de vitesse, toujours nuisibles et parfois si dangereux. Il est d'ailleurs basé sur un très important travail de M. Léauté sur les oscillations à longues périodes des régulateurs à action indirecte, dont l'Académie, dans sa séance du 9 mars 1885, a décidé l'insertion dans son *Recueil des Savants étrangers*.

» Les auteurs, prenant pour point de départ l'appareil ordinaire de régulation, tel qu'il est établi généralement par les constructeurs français, examinent l'effet utile qu'il est permis d'en attendre, eu égard aux circonstances de la pratique et au degré de perfection que l'on peut demander à des organes courants.

» Passant ensuite aux détails d'agencement, ils montrent sur un exemple les conditions générales auxquelles il est nécessaire de se conformer.

» Tout d'abord, en raison, d'une part, de l'incertitude qui pèse forcément dans tout problème de ce genre sur la valeur exacte des données et, d'autre part, des modifications que le temps et les circonstances introduisent dans toute installation mécanique, il est indispensable de se réserver des moyens de réglage ultérieur. Les auteurs montrent comment on doit s'y prendre pour atteindre ce but et comment on peut, à cet effet, modifier à volonté la vitesse moyenne de l'appareil à boules, son degré d'isochronisme et la vitesse relative du vannage.

» En second lieu, MM. Bérard et Léauté insistent sur un point important. Tous les constructeurs ont reconnu que, pour éviter les ruptures d'organes quand la vanne arrive à fond, il est nécessaire de munir l'appareil de régulation d'un déclenchement qui fonctionne à cet instant. Mais, si ce déclenchement, ainsi que c'est le cas le plus souvent, n'est pas accompagné d'un renclenchement automatique, on est exposé à ce danger de compter sur l'effet du régulateur, alors qu'il est dans l'impossibilité de fonctionner.

» L'étude des régulateurs ordinaires, faite par les auteurs, leur montre que, malgré toutes les précautions dont on peut s'entourer, ces appareils ne sont pas susceptibles, en général, d'assurer la sécurité qu'exige la fabrication d'un explosif. Les écarts de vitesse qu'ils tolèrent, en dehors de la zone de régime, sont à peu près les mêmes pour les diminutions qui succèdent à un accroissement du travail résistant et pour les augmentations qui se produisent à la suite d'une chute de ce travail. Or, tandis que les ralentissements ont d'ordinaire peu d'inconvénients, les accélérations de mouvement peuvent, quand elles dépassent certaines limites, devenir une cause de danger.

» Il est dès lors nécessaire, pour adapter les appareils de régulation à ces conditions particulières, de les modifier de telle sorte qu'ils s'opposent plus énergiquement aux augmentations qu'aux diminutions de vitesse. Plusieurs moyens peuvent être employés dans ce but; mais, si l'on veut s'écarter le moins possible du type généralement adopté, il faut rendre la fermeture de la vanne plus rapide que son ouverture. En augmentant ainsi la vitesse relative du vannage pendant la fermeture, on devra, pour éviter les oscillations à longues périodes, compenser cette augmentation par un ralentissement correspondant dans la vitesse d'ouverture.

» Les auteurs indiquent les limites qu'il ne faut néanmoins pas dépasser pour la rapidité de la fermeture, et, tenant compte du degré de mobilité que présente un appareil pratique, ils arrivent à la notion d'appareils

limites. Cette notion permet de juger d'avance, dans chaque cas, si un appareil de régulation peut donner les résultats qu'on en attend et quels sont, dans l'affirmative, les éléments qu'il convient de lui donner.

» Des Tableaux numériques font connaître les vitesses extrêmes qu'atteindra la machine à la suite d'une perturbation quelconque, ainsi que la durée de la période du plus grand trouble. Cette durée constitue un élément d'appréciation toujours important à connaître et qui devient même indispensable quand il est impossible de maintenir la variation de vitesse dans les limites que l'on s'est fixées tout d'abord. Il est évident, en effet, que le temps pendant lequel se maintient une vitesse dangereuse indique les chances d'accident qu'elle peut produire et qu'ainsi la durée des périodes du plus grand trouble donne une idée des inconvénients que présentent les écarts de vitesse qu'on est obligé de tolérer.

» La question se trouve dès lors complètement élucidée. Les Tableaux contenus dans le Mémoire permettent d'éviter tous les calculs; les dessins qui l'accompagnent fournissent tous les détails d'installation.

» En résumé, MM. Bérard et Léauté sont arrivés à une solution simple et complète du problème qu'ils avaient en vue. Leur travail, bien qu'ayant pour objectif principal les usines à poudre, est applicable à toutes les installations mécaniques. Les questions qui préoccupent l'ingénieur mécanicien y sont traitées avec une rigueur et un souci des conditions pratiques qui se rencontrent rarement réunis à un degré aussi éminent. En conséquence, votre Commission a l'honneur de vous proposer d'ordonner l'insertion de l'important Mémoire de MM. Bérard et Léauté dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre du 23 février en Italie.* Note du P. F. Denza.

(Renvoi à la Commission.)

« Observatoire de Moncalieri, 28 février 1887.

» Les nombreux Rapports qui sont parvenus à l'observatoire de Moncalieri constatent les faits suivants :

» 1° La région où le tremblement de terre a été le plus intense a eu à peu

près la même étendue que pour ceux du 28 novembre 1884 et du 5 septembre 1886. En longitude, il s'est étendu depuis les plaines de la Lombardie et de la Lomellina jusqu'aux Alpes occidentales. En latitude, il est allé des Alpes Lépontiennes jusqu'aux deux rivières de la Ligurie. Le mouvement tellurique s'est élargi au nord et à l'ouest vers la Suisse jusqu'à Genève et Zurich et au delà, et en France depuis le golfe de Lyon jusqu'à Paris et ailleurs. Au sud, il s'est étendu, quoique plus faible, au travers de la Toscane jusqu'à Rome et en Corse, aussi bien qu'en Calabre, et à l'est jusqu'au versant adriatique, de Venise à Foggia.

» 2° Le mouvement a eu sa plus grande intensité en Ligurie, dans la France méridionale et en Piémont, où il a agité toute notre plaine et a pénétré dans toutes les vallées des Alpes maritimes, cottiennes, grées, pennines et lépontiennes, jusque dans les passages les plus élevés.

» 3° Cette fois, le centre de l'intensité la plus grande a été dans le golfe de Gênes, sur la ligne partant du point où l'Apennin se réunit aux Alpes, et s'étendant d'Albissola et Savone à Monaco et Menton. C'est sur cet espace qu'il y a eu des victimes humaines (dont le nombre est encore incertain) dans plusieurs localités, telles qu'Albissola, Savone, Noli, Diano Marina, Diano Castello, Bajardo, Castellaro, Menton et autres régions plus intérieures. Partout, jusqu'à Marseille, il y a eu de nombreux désastres et des ruines d'édifices, surtout à Diano Marina et Diano Castello [1]. L'agitation du sol, moins intense, mais également désastreuse, s'est propagée sur le pays montagneux qui va du col d'Altare à Millesimo, Mondovi et les régions limitrophes.

» La secousse a été forte, mais sans dommages considérables, dans les provinces de Coni, d'Alexandrie et de Turin. Elle a été plus légère dans les plaines et dans les vallées de la province de Novare et en Lombardie, et faible ailleurs en Italie.

» 4° Dans les points où le tremblement de terre a été le plus intense, les secousses principales ont été au nombre de trois, et correspondent, avec une légère différence dépendant probablement de la diversité des horloges, aux heures indiquées par les instruments sismiques de notre observatoire, à savoir : la première à $6^h 22^m$-23^m du matin, la deuxième à $6^h 31^m$ matin, et la troisième à $8^h 53^m$, temps moyen de Rome.

» Dans les points voisins du centre du mouvement, des secousses lé-

(1) Je pense que l'ébranlement est parti de la Méditerranée même; mais nous n'avons encore aucun rapport des bateaux qui se trouvaient en ce moment-là dans ces parages.

gères se sont produites par intervalle durant toute la journée du 23 et pendant les jours suivants.

» 5° La première secousse a été la plus forte et la plus terrible : elle était ondulatoire, et en plusieurs lieux sussultoire et peut-être tourbillonnante. Elle s'est prolongée et s'est renforcée à diverses reprises. Ici, à Moncalieri, comme à Turin et ailleurs, elle a présenté trois reprises principales, qui sont indiquées d'une manière évidente par les courbes tracées par notre sismographe enregistreur. Ces augmentations d'intensité ont été considérées à tort, par quelques-uns, comme autant de secousses séparées.

» 6° La direction dominante de la première secousse ondulatoire allait d'abord de l'ouest à l'est, puis de l'est à l'ouest, avec de légères déviations par intervalle, de l'ouest et du nord-ouest à l'est et au sud-est, et réciproquement, avec des tremblements sussultoires très légers.

» Le tremblement de terre, dans les points où il a été fort et très fort, était accompagné de grondements (*rombo*).

» J'ajoute que nos instruments sismiques les plus délicats ont signalé, dans les jours suivants jusqu'au 26, de fréquentes secousses très légères, qui étaient comme l'écho des autres et qui se suivaient sans interruption dans les localités les plus endommagées.

» Les instruments magnétiques de notre observatoire ont été agités pendant le phénomène, aussi bien que ceux de Kew, d'après ce que m'a communiqué M. Scott, du Bureau central météorologique de Londres. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Propagation du tremblement de terre dans l'une des mines d'Anzin (Nord).* Note de M. **François**, présentée par M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission).

« Dans le but de rechercher les relations qui pourraient exister entre les dégagements de grisou et les mouvements du sol, on vient d'établir, à la profondeur de 250^m, dans l'une des mines de houille de la Compagnie d'Anzin, à la fosse Hérin, un tromomètre, que l'on observe quatre fois par jour.

» Le mercredi 23 février dernier, entre 6^h15^m et 6^h30^m du matin, l'instrument subit des oscillations extraordinaires ; leur amplitude était de 12 à 13 divisions ou dixièmes de millimètre, tandis que, depuis deux mois qu'il

est posé, jamais les déplacements observés n'avaient dépassé 2 divisions, et encore ce chiffre n'avait-il été atteint qu'une seule fois, le 6 janvier.

» Une telle perturbation ayant beaucoup surpris, on continua à observer ; le pendule tromométrique était animé d'un mouvement de rotation et décrivait une ellipse dont le grand axe était dirigé S.-O. à N.-E. A $6^h 45^m$, les oscillations maxima n'étaient que de 4 divisions, puis elles diminuèrent et ne marquaient que 1 division de $7^h 15^m$ à $7^h 30^m$, et $\frac{1}{2}$ division à 10^h. Dans le courant de la journée, on ne constata plus rien de particulier.

» D'un autre côté, les chefs du fond, qui ont suivi très attentivement tous les courants d'air, n'ont constaté aucun dégagement exceptionnel de grisou, et la proportion de ce gaz dans l'air recueilli au sommet des exploitations n'a pas augmenté.

» Le mouvement brusque du tromomètre, qui vient d'être signalé, ressort d'une manière très frappante sur un Tableau graphique donnant, en outre, les pressions barométriques et les températures en regard des proportions de grisou. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre de la Ligurie.* Note de M. **A. Issel**, présentée par M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission.)

« Porto Maurizio, 6 mars 1887.

« Le 23 février, à $6^h 22^m$ du matin (temps moyen de Rome), la ville de Gênes a été secouée avec violence par un tremblement de terre qui a produit quelques lésions dans un petit nombre de maisons. En même temps, un grondement souterrain a retenti et s'est prolongé en s'affaiblissant un peu après la secousse.

» On a distingué dans cette secousse, dont la durée a été d'une vingtaine de secondes, trois ondulations successives, accompagnées de trépidations. Sa direction était à peu près de nord-est à sud-ouest (¹). Le temps était clair et très calme. Le baromètre, réduit à zéro et au niveau de la mer, marquait $769^{mm},5$; la température était de 7°.

» Nous n'avions point à Gênes de sismographe enregistreur en fonction ; mais ailleurs, par exemple à Vérone, les instruments étaient agités depuis l'après-midi du 22, et le 19 on avait observé quelques légères secousses en Sicile.

» La secousse subie par la ville de Gênes à $6^h 22^m$ du matin fut ressentie dans

(¹) D'autres observateurs ont donné comme direction nord-nord-ouest à sud-sud-est.

toute l'Italie supérieure et moyenne, dans une partie de la France, en Corse, en Suisse et en Grèce. Mais elle se produisit avec une intensité extraordinaire depuis Albissola jusqu'à Nice, sur le pourtour de la mer. C'est celle-ci qui détruisit presque entièrement la petite ville de Diano Marina et les villages de Diano Castello, Baiardo et Bussano, et qui fit écrouler beaucoup d'édifices à Albissola, Savone, Noli, Alassio, Oneglia, Porto Maurizio, Castellaro, Pompeiana, etc. Ce désastre a coûté la vie à 650 personnes au moins.

» Dix minutes après la première, il se produisit une seconde secousse plus légère; puis une troisième assez forte se fit sentir à $8^h 54^m$ du même jour. L'une et l'autre firent tomber plusieurs maisons branlantes.

» Depuis le 23 février jusqu'à ce jour (6 mars), l'agitation du sol s'est affaiblie, mais elle n'a pas cessé : on a signalé chaque jour de nouvelles secousses, toutes assez légères.

» La colonne barométrique s'est toujours maintenue très haute, mais il a plu le 25 et le 27, et, pendant ce dernier jour, il a soufflé une forte brise.

» Le maréographe du port de Gênes a marqué bien nettement la première secousse du 23 et les ondulations de la mer qui en ont été la conséquence, mais il n'a pas indiqué l'exhaussement du fond qui a été annoncé par les journaux. Il est vrai toutefois que les eaux étaient alors et sont encore aujourd'hui très basses. Après la première secousse, on a observé le long du littoral, surtout à Porto Maurizio, Diano, Alassio, un retrait de la mer de 1^m environ sur la verticale, suivi bientôt d'une vague montante qui a inondé la plage ordinairement émergée. On a remarqué aussi, comme d'habitude pendant les tremblements de terre, des désordres dans le débit de certaines sources, et la formation de fentes plus ou moins profondes dans le sol.

» Les constructions qui ont souffert le plus sont situées sur une zone de quelques kilomètres de largeur, dirigée du nord-est au sud-ouest, depuis Albissola jusqu'à Nice. Les maisons fondées sur les graviers de la plage, sur les alluvions et sur l'argile ont été plus endommagées que celles qui sont construites sur les calcaires. Dans les maisons placées parallèlement à la plage, les deux côtés du toit dirigés vers le sud-est et le nord-ouest sont les plus endommagés; les ardoises sont presque toujours détachées et brisées comme par un mouvement de ressaut. Le toit tout entier est très souvent effondré. Les fentes plus étendues et profondes s'observent en général dans les murs parallèles au rivage de la mer. Certains murs de Diano Marina présentent deux systèmes de fissures se croisant à angle droit, qui éveillent l'idée d'un mouvement de torsion.

» A l'ouest d'Albenga jusqu'à la frontière française, la constitution géologique du pays est très simple. Les calcaires et les schistes de l'éocène supérieur en couches très bouleversées sont dominants; on y trouve aussi, sans compter le quaternaire, quelques affleurements de nummulitique et de petits dépôts littoraux d'argiles, de sables et de conglomérats pliocènes; point de formations volcaniques. La localité la plus rapprochée dans laquelle on observe des traces évidentes de l'action volcanique est le cap d'Ail, près de Monaco, où l'on voit une petite coulée d'andésite, probablement miocène, qui se rattache sans doute à la formation trachytique du Var. Les serpentines

les plus rapprochées de la contrée dont il est question sont celles qui paraissent à Varazze et près de Celle et remontent aux temps les plus reculés de l'époque triasique.

» La Ligurie est un des pays d'Italie et même d'Europe les moins sujets aux tremblements de terre. Pour s'en assurer, il suffit de remarquer la hauteur et la disposition des bâtisses dans la ville de Gênes, qui compte de nombreuses maisons ayant plus de sept étages. Les commotions séismiques sont cependant moins rares à l'occident qu'à l'orient. Diano Marina et quelques autres petites villes ou villages du territoire de Porto Maurizio avaient subi, en effet, de fortes secousses en 1818.

» Il me semble, d'après les observations que j'ai faites, que le phénomène dont il est question appartient à la catégorie des tremblements de terre *tectoniques*. La croûte terrestre aurait subi, sur une certaine partie de son étendue, par suite de mouvements lents, des pressions latérales de plus en plus énergiques, jusqu'au moment où, par un accident quelconque ou même sans cause appréciable, une rupture d'équilibre se serait produite, et, par suite, de violentes oscillations. La rupture pourrait avoir été déterminée par un léger tremblement de terre volcanique, éprouvé à l'extrémité méridionale de la péninsule. De toute façon, je pense que le tremblement de terre du 23 février n'a pas eu un centre proprement dit, mais un axe. Si mon hypothèse est vraie, cet axe devrait correspondre à une ligne de rupture et serait perpendiculaire à la direction dominante des secousses. On pourrait aussi tirer de cette interprétation la conséquence que les masses rocheuses ont repris définitivement, par la rupture du 23 février, un équilibre permanent, et qu'il est très peu probable que le phénomène se renouvelle. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la tempête sismique italienne-française du 23 février 1887.* Note de M. **Michel-Étienne de Rossi**, présentée par M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission.)

« Rome, 3 mars 1887.

» L'examen des données fournies par nos appareils microsismométriques nous a fait constater une suite prolongée d'agitations microscopiques dans toute la péninsule pendant les deux derniers mois, avec des *maxima* des 5, 10 et 16 janvier et 4, 10, 16, 19, 21 février. Ces mouvements microscopiques ont été surtout prononcés et persistants dans les volcans actifs ou éteints et dans plusieurs centres connus d'activité endogène. Ce même fait a été remarqué à l'occasion des tremblements de terre récents de Casamicciola, de Chio, de l'Espagne et de plusieurs autres. On voit bien que les *maxima* microsismiques ont été plus fréquents à l'approche du 23 février. Mais, le 22, un calme parfait était rétabli partout. De même, la petite série des tremblements de terre d'une certaine importance, qui a paru à Aquila à la fin de janvier et au commencement de février, est arrivée pendant une presque disparition, d'une durée de quelques jours, des ondulations microsismiques.

» Il est à regretter qu'il n'y ait pas encore assez d'observations régulières sur la température des eaux thermominérales. Aujourd'hui je ne connais d'observations régulières que celles de la Solfatara di Pozzuoli, où, depuis le commencement de janvier jusqu'à la fin de février, on a constaté que la chaleur a augmenté graduellement de 63° à 70° C.

» Pendant les deux mois dont il s'agit, plusieurs petits tremblements de terre se sont produits en Italie en différentes régions, mais beaucoup moins qu'à l'ordinaire, dans cette saison. Le 5 et le 8 janvier, le Gargano et le Vulture ont été secoués; le 15 et le 22, l'Etna; le 24, la Vénétie. Pendant le mois de février, après le mouvement d'Aquila, le 19 et le 20, l'Etna a été ébranlé de nouveau. Les endroits secoués révèlent des centres différents d'activité actuelle, qui depuis se sont réveillés en coïncidence avec le tremblement de terre ligurien du 23. En effet, le mouvement de l'Etna a précédé de peu le grand phénomène du 23; le Gargano a été secoué le même matin et peu de minutes avant la catastrophe, c'est-à-dire à $6^h 8^m$. La Vénétie n'a pas révélé, il est vrai, de phénomènes sensibles; mais, d'après les observations de M. Goiran à Vérone, il y a eu, depuis le 22 jusque après le 23, une agitation exceptionnelle des appareils, comme on n'en a pas vu dans les autres observatoires de l'Italie. Par conséquent, nous voyons en jeu cinq centres différents d'activité à présenter en Italie : la Sicile, le Gargano, l'Abbruzzo, le Baldo dans la Vénétie, et la Ligurie occidentale.

» Une coïncidence parfaite entre les dépressions atmosphériques et les *maxima* des ondulations microsismiques a été démontrée par Bertelli et toujours confirmée par notre expérience, notamment pour les *maxima* de la première moitié de janvier. Mais l'agitation continuelle qui a suivi a toujours coïncidé avec de hautes pressions, fait que l'expérience nous enseigne très fréquent, lorsqu'un phénomène de premier ordre va éclater. Dans le tremblement de terre du 23, une médiocre dépression atmosphérique avait son centre les 20 et 21 dans le golfe de Gênes. Le 22, elle avait presque disparu, mais du 22 au 23 le baromètre a monté tout à coup de 5^{mm}. L'avenir nous montrera si l'on doit quelquefois attribuer à ces oscillations barométriques le choix de la région à secouer.

» Je ne peux pas entrer ici dans la discussion des détails, pour déterminer l'épicentre du tremblement de terre. Je dirai seulement que l'analyse de tous les faits et surtout des directions des ondes sismiques nous montre que le point de départ des vibrations a été sur une fracture géologique sous-marine, parallèle au rivage de la mer ligurienne, aboutissant, vers l'est, à la région de Chiavari. Les autres tremblements de terre arrivés dans la même contrée depuis 1564 jusqu'à l'époque actuelle ont suivi toujours la même ligne et ont endommagé les mêmes endroits. Surtout en 1818, dans la même journée du 23 février, un tremblement de terre identique a agité les mêmes lieux avec le même centre linéaire et avec le même précurseur en Sicile, qui, le 20, a été désastreux aux alentours de l'Etna. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Secousses de tremblement de terre ressenties à Clermont-Ferrand, le 23 février.* Extrait d'une Lettre de M. **Alluard** à M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission.)

« Clermond-Ferrand, dimanche 6 mars 1887.

» Le tremblement de terre du 23 février s'est fait ressentir jusqu'à Clermont-Ferrand. Il résulte des observations recueillies par moi que, surtout dans la ville basse, c'est-à-dire autour du mamelon au sommet duquel est bâtie la cathédrale, il y a eu beaucoup de pendules arrêtées à 5^h50^m du matin (heure de la ville), quelques sonnettes agitées assez fortement pour réveiller les domestiques, plusieurs meubles remués, et enfin, dans les troisième et quatrième étages de maisons élevées, des personnes réveillées par de légères secousses. On n'a rien constaté dans les deux stations de l'Observatoire, et par conséquent aucun effet au sommet du puy de Dôme. Mais dans la plaine, à Gerzat, à Orcet, il y a eu une légère secousse.

» Je continue mon enquête, ne voulant consigner que des effets bien constatés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février, à Nice.* Extrait d'une Lettre de M. **Perrotin** à M. Faye.

(Renvoi à la Commission.)

« Le mercredi, 23 février, à 5^h59^m du matin, nous éprouvions une très forte secousse. Ceux qui l'ont ressentie ne sont pas bien d'accord sur la durée du phénomène; pour moi, il a duré certainement près d'une minute. J'étais éveillé avant le commencement de la secousse et j'ai pu en observer toutes les péripéties. Faible d'abord, elle a été en augmentant avec une étonnante rapidité. Dès l'origine, j'ai voulu me lever, mais je ne pouvais pas me tenir debout : le plancher oscillait de l'est à l'ouest, d'une façon extraordinaire. Ces oscillations, à assez longue période, étaient accompagnées de trépidations d'une violence inouïe, de très courte durée, mais néanmoins d'une amplitude assez grande. Le tout était accompagné d'un bruit continu très intense, pareil à celui que produit le passage d'un train sur un pont de fer. Il y avait dans tout cela des craquements provenant sans doute de la désagrégation des matériaux du sol et des murs des habitations, ainsi que des bruits métalliques très caractérisés.

» La secousse principale a été suivie de plusieurs autres, mais de moindre importance; elles ont eu lieu aux heures suivantes :

» Le 23 au matin : 6^h10^m, 8^h30^m (cette dernière courte, mais assez violente);

» Dans la nuit du 23 au 24 : 11^h15^m et 1^h50^m;

» Le 25, à 5^h15^m du matin.

» En réalité, les secousses ont été beaucoup plus nombreuses, et, dans les quarante-huit heures qui ont suivi la secousse principale, il suffisait de prêter quelque attention à ce qui se passait sous nos pieds pour constater qu'il se produisait de fréquentes trépidations du sol.

» A notre observatoire de Nice, il s'est produit quelques légères lézardes dans l'étage supérieur, au-dessus des portes et des fenêtres. Les instruments n'ont pas souffert : les pendules se sont simplement arrêtées. La mer m'a paru agitée sur le bord, après la première secousse; peu de temps après, elle était tout à fait calme.

» Le tremblement de terre s'est fait principalement sentir dans la portion ouest du golfe de Gênes, et le centre de la perturbation semble avoir eu son siège dans la région de la Ligurie qui comprend Savone et confine à la province de Coni.

» Jusqu'ici, et malgré certaines apparences, ni l'Etna ni le Vésuve ne semblent être pour rien dans la production du phénomène.

» Les courbes du magnétographe n'indiquent rien de bien intéressant; la courbe de la force verticale de mercredi montre une perturbation magnétique notable. »

M. l'abbé Maze transmet à l'Académie quelques extraits de Lettres relatives au tremblement de terre du 23 février.

(Renvoi à la Commission.)

ZOOLOGIE. — *Observations au sujet d'une Note récente de M.* Donnadieu *sur les pontes hivernales du Phylloxera*; par M. **Balbiani.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans les *Comptes rendus* du 21 février dernier, M. Donnadieu s'élève contre un passage de mon Mémoire (¹), où il est dit que le cycle biologique du Phylloxera du chêne suit des phases parallèles à celles de l'arbre qui le nourrit; que, pendant l'hiver, les insectes disparaissent avec les feuilles, pour se remontrer à la reprise de la végétation au printemps suivant, et que, pendant toute la saison froide, l'espèce n'est représentée que par les œufs fécondés, déposés sur le bois.

» Pour démontrer l'inexactitude de cette assertion, M. Donnadieu cite l'observation qu'il a faite, de colonies de Phylloxeras, composées d'insectes de tout âge et de leurs œufs, qui, par les froids rigoureux de cet hiver, couvraient les branches dépouillées du chêne.

» Le chêne nourrit, comme on sait, un grand nombre d'espèces d'Aphidiens appartenant aux genres les plus divers, et chez plusieurs desquelles les femelles ovipares prolongent souvent leurs pontes jusqu'à une époque avancée de l'hiver. On peut se demander si M. Donnadieu ne s'est pas trompé dans la détermination des insectes qu'il observait. Mais admettons

(¹) *Le Phylloxera du chêne et le Phylloxera de la vigne, Études d'entomologie agricole*, Paris, Gauthier-Villars; 1884

qu'il n'y ait pas eu d'erreur de ce genre et que l'espèce dont il s'agit fût bien le Phylloxera du chêne, ou, pour parler plus exactement, une des trois ou quatre espèces de Phylloxeras qui vivent sur nos chênes indigènes. La conclusion que M. Donnadieu tire de son observation prouve, selon moi, qu'il a pris l'exception pour la règle; qu'il a déduit de quelques faits isolés la pérennité de l'espèce et l'achèvement de son cycle d'évolution en plus d'une année. Tous les naturalistes s'accordent, en effet, à décrire les divers Phylloxeras du chêne de nos pays comme des espèces annuelles, ainsi que je l'ai fait moi-même dans le passage incriminé de mon Mémoire. Mais tous savent également que, chez plusieurs de nos Aphidiens annuels, on rencontre çà et là quelques colonies qui hivernent sur leur plante nourricière, tout en continuant, malgré la rigueur de la saison, à se reproduire par des femelles agames. Réaumur, de Geer, Kyber, Bouché, Kaltenbach, et plus récemment M. Lichtenstein [1] ont cité des faits de ce genre. Moi-même, en janvier 1869, par un froid de — 9° C., j'ai trouvé, au Jardin du Luxembourg, une colonie du Puceron du rosier, composée de grosses femelles agames et de leur progéniture de tout âge.

» Cette colonie était certainement la seule qui eût survécu à toutes les autres qui, l'été précédent, couvraient les branches des rosiers du jardin. Dans le fait signalé par M. Donnadieu, il ne s'agit probablement que d'un de ces cas fortuits d'hibernation, qui n'infirment en aucune façon la loi normale d'évolution de l'espèce. M. Donnadieu nous donne du reste lui-même la preuve de la rareté de sa trouvaille, en appelant à la constater une assemblée de plus de deux cents personnes.

» Si l'hibernation était, au contraire, une habitude normale et régulière du Phylloxera du chêne, il est au moins singulier qu'on ne la trouve signalée par aucun des nombreux observateurs qui ont étudié les mœurs de cet insecte [2]. J'ai observé, soit à Paris, soit dans différentes localités de la province, pendant plusieurs années consécutives, les mêmes planta-

---

(1) *Résistance des Pucerons aux froids rigoureux* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 80; 1880).

(2) Il n'en est fait aucune mention dans les écrits de Koch, Kaltenbach, Boyer de Fonscolombe, Passerini, Buckton, M. Signoret, M. Victor Lemoine, etc. « Les espèces annuelles, dit M. Lichtenstein, sont, je crois, bien plus nombreuses que les espèces à durée illimitée; ainsi les Phylloxeras du chêne (*P. quercus*, *P. coccinea*, *P. corticalis*), les Pucerons des ormeaux (*Tetraneura* et *Schizoneura*), ceux du peuplier et des pistachiers (*Pemphigus* et *Aploneura*) ont, quelques-uns au moins, une période où l'œuf seul existe, sans avoir à côté une forme aptère hivernante. » (*Comptes rendus*, t. XC, p. 81; 1880.)

tions de chênes couvertes régulièrement, pendant toute la belle saison, de nombreux Phylloxeras. A l'approche de l'hiver, ceux-ci disparaissaient non moins régulièrement, en laissant sur les arbres les œufs destinés à renouveler les colonies l'année suivante. »

M. **Laborier** adresse une Note « Sur la vie du Phylloxera du chêne pendant l'hiver ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **H. Delaunay** prie l'Académie de soumettre à l'examen d'une nouvelle Commission le Mémoire qu'il lui avait adressé au mois de juillet 1863, sur la prophylaxie de la rage et de la morve. Les Commissaires nommés à cette époque étaient MM. Rayer, Claude Bernard, Longet, qui sont morts depuis et qui n'avaient point fait de Rapport sur ce Mémoire.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Pasteur, Richet, Charcot.)

M. **L. van den Driefsche** adresse une Note relative à la maladie connue, dans l'extrême Orient, sous le nom de *Beri-Beri*. Il croit pouvoir attribuer cette maladie à l'usage du riz importé de Chine, et propose d'interdire la consommation de ce riz dans les possessions françaises.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 2e édition de l'Ouvrage de MM. *A.-V. Cornil* et *V. Babes*, intitulé « Les bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses ».

M. **Bouquet de la Grye**, en présentant à l'Académie une photographie de la Lune, obtenue à l'observatoire national de Tacubaya (Mexique), s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie un premier essai de photographie lunaire, obtenu dans le nouvel observatoire national du

Mexique, par le lieutenant-colonel Quintana, sous la direction de M. Anguiano.

» La lunette employée a un objectif de $0^m,38$ de diamètre, et ce premier résultat montre le parti que la Science pourra tirer d'un appareil placé à une altitude de 2000^m, dans un pays où la pureté du ciel est très grande.

» M. Anguiano, directeur de l'observatoire de Tacubaya, donne, dans une Lettre accompagnant cette épreuve photographique, la différence en longitude entre Tacubaya et Chapultepec (ancien observatoire) : elle est de $+3^s,35$ ouest. Les observations, en vue de relier Tacubaya à Saint-Louis (Missouri), sont achevées, le volume qui les contient est à l'impression; l'observatoire national du Mexique peut donc être considéré dès à présent comme relié géographiquement aux États-Unis, et par suite à l'Europe. »

M. E. **Lancereaux** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *P. Bert*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard (II) et de la nouvelle planète Palisa, faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* $0^m,50$. Note de MM. **Trépied** et **Rambaud**, présentée par M. Mouchez.

Dates. 1887.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Astre — ✶. Ascension droite apparente.	Astre — ✶. Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
			Comète Barnard (II).			
			m s	′ ″		
Févr. 24.....	*a* B.D., 899 + 17°.	8,9	+0. 8,08	−15.18,9	12:12	T.
24.....	*a* »	»	−0. 2,42	−13.13,9	10:10	R.
26.....	*b* B.D., 853 + 19°.	6,5	+0.10,23	− 2.38,6	10:10	T.
26.....	*b* »	»	+0. 5,73	− 1.28,5	8:8	R.
			Planète Palisa.			
28.....	*c* B.D., 2325 + 7°.	9,2	−1.17,10	+ 4. 7,4	6:6	T.
28.....	*c* »	»	−1.18,29	+ 4. 3,6	9:9	T.
Mars 2.....	*d* B.D., 2289 + 7°.	6,5	+6.13,04	− 3.26,6	12:14	T.
2.....	*d* »	»	+6.11,03	− 3.36,1	4:7	R.

Positions des étoiles de comparaisons.

Dates. 1887.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Févr. 24........	*a*	5.12. 4,72	+0,30	+17.52.34,2	— 8,8	Lal., n° 9952.
26........	*b*	5. 2.10,24	+0,22	+19.42.42,3	— 8,0	W_2, n° 1410, 4^h.
28........	*c*	10.27.55,90	+1,19	+ 7.17.18,2	—10,3	W_1, n° 453, 10^h.
Mars 2........	*d*	10.17. 6,02	+1,19	+ 7. 7. 0,1	—10,6	W_1, n° 256, 10^h.

Positions apparentes de la comète et de la planète Palisa.

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
		Comète Barnard.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Févr. 24......	11. 8.45	5.12.13,10	$\bar{1}$,652	+17.37. 6,5	0,614
24......	11.30.38	5.12. 2,60	$\bar{1}$,671	+17.39.11,5	0,607
26......	10.58.57	5. 2.20,67	$\bar{1}$,665	+19.39.55,7	0,604
26......	11.10.34	5. 2.16,19	$\bar{1}$,674	+19.41. 5,8	0,596
		Planète Palisa.			
28......	12.39.08	10.26.39,99	$\bar{2}$,987	+ 7.21.15,3	0,642
28......	12.51.40	10.26.38,80	$\bar{1}$,089	+ 7.21.11,5	0,643
Mars 2......	12.32.38	10.23.20,25	$\bar{1}$,028	+ 7. 3.22,9	0,646
2......	13. 0.14	10.23.18,24	$\bar{1}$,211	+ 7. 3.13,4	0,649

Comète Barnard (II).

» *Février* 24. — Faible nébulosité d'environ 2′ de diamètre; noyau diffus. A 11^h36^m, la comète occulte une étoile de 13e grandeur.

» *Février* 26. — A 11^h21^m, la comète occulte l'étoile de comparaison. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Distribution en latitude des phénomènes solaires pendant l'année* 1886. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, le 3 mars 1887.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats que j'ai obtenus sur la distribution en latitude des différents phénomènes solaires observés

pendant l'année 1886. En calculant la fréquence pour chaque zone de 10° dans les deux hémisphères du Soleil, j'ai trouvé les nombres indiqués par le Tableau suivant :

	Fréquence			
Latitude.	des taches.	des éruptions.	des facules.	des protubérances.
90° à +80°.........	0	0	0	0,001
80 +70.........	0	0	0	0,006
70 +60.........	0	0	0	0,011
60 +50.........	0	0	0	0,030
50 +40.........	0	0	0	0,083
40 +30.........	0	0	0,011	0,096
30 +20.........	0,010	0	0,031	0,114
20 +10.........	0,192	0,045	0,150	0,108
10 0.........	0,172	0,183	0,196	0,082
0 —10.........	0,364	0,455	0,285	0,089
10 —20.........	0,232	0,227	0,227	0,092
20 —30.........	0,030	0,045	0,085	0,088
30 —40.........	0	0,045	0,011	0,110
40 —50.........	0	0	0,004	0,073
50 —60.........	0	0	0	0,010
60 —70.........	0	0	0	0,003
70 —80.........	0	0	0	0,003
80 —90.........	0	0	0	0,001

» Les conclusions qu'on peut tirer de ces résultats sont les suivantes :

» 1° Les éruptions, les groupes de taches et de facules solaires ont été plus fréquents dans l'hémisphère austral du Soleil, tandis que les protubérances hydrogéniques sont en nombre plus grand au nord de l'équateur.

» 2° Les protubérances solaires figurent dans toutes les zones, tandis que les autres phénomènes se trouvent presque entièrement contenus entre l'équateur et ± 40°, comme en 1885.

» 3° Les facules, les taches et les éruptions solaires présentent un accord marqué pour les zones du maximum de la fréquence entre ± 20°, et un seul maximum a lieu dans la même zone (0° — 10°).

» 4° Les zones du maximum de la fréquence des protubérances ne correspondent pas avec celles qui se rapportent aux autres phénomènes, car les protubérances présentent deux maxima à (+20°+30°) et (—30°—40°), c'est-à-dire à des latitudes plus élevées.

» 5° La fréquence totale dans chaque hémisphère est représentée par les nombres suivants :

	Nord.	Sud.
Protubérances	0,531	0,469
Facules	0,388	0,612
Taches	0,374	0,626
Éruptions	0,228	0,772

c'est-à-dire qu'on a une fréquence bien plus grande dans l'hémisphère austral, pour les facules, taches et éruptions, comme pendant l'année précédente; tandis que, pour les protubérances, on a une fréquence presque égale au nord et au sud de l'équateur, ce qui s'accorde avec leur présence dans toutes les zones, comme en 1885. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de formes de différentielles et sur la théorie des systèmes d'éléments*. Note de M. G. **Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« Lorsque l'on adopte la ligne droite pour élément de l'espace, il existe une forme quadratique des différentielles dont l'évanouissement exprime la rencontre de deux droites infiniment voisines. Cette forme fondamentale sert à coordonner les propriétés infinitésimales de l'espace réglé. Représentons par $M(u\,|\,du)$ cette forme fondamentale, où les quantités u_1, u_2, u_3, u_4 seront les quatre paramètres dont dépend la droite, et soit $\mathfrak{M}(u\,|\,\lambda)$ sa forme adjointe, qui est également une forme quadratique des quantités λ. Toute fonction θ des variables u donne lieu à un paramètre différentiel

$$\mathfrak{M}\left(u\,\middle|\,\frac{\partial\theta}{\partial u}\right),$$

dont l'importance a été reconnue par M. Klein. Si ce paramètre est nul, le complexe $\theta = 0$ est formé des tangentes d'une surface ou des sécantes d'une courbe.

» Des faits analogues subsistent lorsque l'on prend la sphère pour élément; le contact de deux sphères s'y substitue à la rencontre de deux droites.

» Je me propose ici d'étendre tous ces résultats au cas d'un élément quelconque.

» D'abord, puisqu'une transformation de contact change un système de

courbes en un système de surfaces, il suffit de raisonner sur ce dernier cas, quitte à traduire, s'il y a lieu, les résultats obtenus dans le langage des courbes, conformément à la doctrine des transformations de contact.

» Soit une surface (u) dépendant de $(n+1)$ paramètres $u_1, u_2, \ldots, u_n, u_{n+1}$, le contact de deux surfaces infiniment voisines s'exprime par l'évanouissement d'une forme des différentielles du, dont les coefficients dépendent des u. Représentons par

$$\text{(A)} \qquad \mathrm{M}(u_1, u_2, \ldots, u_{n+1} \,|\, du_1, du_2, \ldots, du_{n+1}) = \mathrm{M}(u \,|\, du)$$

cette forme. Je m'occuperai d'abord de caractériser les formes de différentielles telles que (A).

» Ces formes possèdent deux caractères qui leur sont propres : l'un est purement algébrique, l'autre est transcendant ou, plus exactement, différentiel.

» 1° *Caractère algébrique des formes* (A). — Introduisons des variables finies $t_1, t_2, \ldots, t_{n+1}$, et considérons la forme $\mathrm{M}(u \,|\, t)$.

» Les t étant regardés comme des coordonnées ponctuelles, homogènes linéaires dans un espace à n dimensions, l'équation $\mathrm{M}(u \,|\, t) = 0$ représente une surface dans cet espace. Il y a dans l'espace à n dimensions $(n-1)$ catégories de surfaces; le plan tangent des surfaces de la première catégorie dépend de $(n-1)$ paramètres, comme le point de contact; pour celles de la seconde, il dépend seulement de $(n-2)$ paramètres, et ainsi de suite, jusqu'aux surfaces dont le plan tangent ne dépend que de deux ou même d'un seul paramètre. Ces dernières sont les surfaces développables de l'espace à n dimensions, les autres sont en quelque sorte semi-développables. Ce qui caractérise *algébriquement* la forme (A), c'est que la surface représentée par l'équation $\mathrm{M}(u \,|\, t) = 0$ a des plans tangents qui ne dépendent que de *deux* paramètres.

» La condition de contact du plan

$$\text{(P)} \qquad \mathrm{T}_1 t_1 + \mathrm{T}_2 t_2 + \ldots + \mathrm{T}_{n+1} t_{n+1} = 0$$

s'exprime par $(n-2)$ équations homogènes

$$\text{(B)} \quad \mathfrak{M}_1(u \,|\, \mathrm{T}) = 0, \qquad \mathfrak{M}_2(u \,|\, \mathrm{T}) = 0, \qquad \ldots, \qquad \mathfrak{M}_{n-2}(u \,|\, \mathrm{T}) = 0,$$

en sorte que la forme (A), au lieu d'avoir *une* forme adjointe, comme c'est le cas général, possède *un système adjoint* de formes, le système des formes (B).

» 2° *Caractère différentiel.* — Outre le caractère précédent, les formes (A) possèdent un caractère transcendant qui consiste en ce que les équations différentielles simultanées aux dérivées partielles

$$(C)\quad \mathfrak{M}_1\left(u\,\middle|\,\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)=0,\qquad \mathfrak{M}_2\left(u\,\middle|\,\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)=0,\qquad \ldots,\qquad \mathfrak{M}_{n-2}\left(u\,\middle|\,\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)=0$$

forment un *système complet,* c'est-à-dire admettent une solution complète comprenant $(n+1)-(n-2)=3$ constantes, dont une, évidemment, est additive à la fonction θ.

» Supposons, réciproquement, que l'on parte d'un système complet (C) quelconque; en formant les équations (B) et cherchant l'enveloppe du plan (P) qui vérifie ces équations, on tombera sur une forme $M(u\,|\,t)$. La forme $M(u\,|\,du)$ est fondamentale pour une infinité de systèmes d'éléments. J'ai réussi à prouver même que tous ces systèmes d'éléments dérivent les uns des autres par une transformation de contact. Si donc on considère deux éléments tels que la forme fondamentale soit la même pour tous les deux, ou encore que la forme fondamentale de l'un dérive de l'autre par un simple changement de variables, on est assuré qu'une transformation de contact permet de passer d'un système d'éléments à l'autre. Tel est le cas de la droite et de la sphère; dans les deux cas, la forme fondamentale est la somme des carrés des différentielles (ou peut être ramenée à ce type) : donc, *a priori,* une transformation de contact permet de passer de la droite à la sphère; M. Sophus Lie a depuis longtemps donné cette remarquable transformation.

» On voit donc que, si l'on appelle *classe d'éléments* tous les éléments qui dérivent les uns des autres par une transformation de contact, *classe de formes de différentielles* l'ensemble des formes qui dérivent les unes des autres par un changement de variables, on peut dire : A toute classe d'éléments correspond une classe de formes, et inversement; pourvu, bien entendu, que le double caractère algébrique et différentiel se rencontre dans les formes considérées.

» Dans une prochaine Communication, nous donnerons quelques développements aux considérations précédentes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la rectification de la trisectrice de Maclaurin, au moyen des intégrales elliptiques.* Note de M. G. DE LONGCHAMPS.

« Cette courbe célèbre (¹) est caractérisée par les propriétés suivantes :

» 1° C'est une cubique circulaire droite;

» 2° Elle possède un nœud, et les tangentes en ce point sont inclinées, sur l'axe de la courbe, d'angles égaux à $\pm \frac{\pi}{3}$.

» Voici une génération de cette courbe qui ne paraît pas avoir été observée encore et qui conduit à la rectification de la courbe, au moyen des intégrales elliptiques de la première et de la deuxième espèce.

» Prenons, dans un cercle Δ, un rayon fixe OA, et, par les extrémités O, A de ce rayon, menons deux semi-droites parallèles, mobiles; elles rencontrent Δ, respectivement, aux points B et C. Le pôle de BC décrit une trisectrice de Maclaurin.

» Dans le système d'axes que nous adoptons, AO étant l'axe polaire, et l'origine étant en O, on a immédiatement, pour l'équation de la courbe.

$$\rho = R \frac{1}{\cos \frac{\omega}{3}}.$$

» La formule

$$ds^2 = d\rho^2 + \rho^2 d\omega^2$$

donne, dans l'exemple présent,

$$S = R \int \frac{d\frac{\omega}{3}}{\cos^2 \frac{\omega}{3}} \sqrt{8 \cos^2 \frac{\omega}{3} + 1}.$$

Posons

$$\tang \frac{\omega}{3} = z;$$

nous avons

$$dz = \frac{d\frac{\omega}{3}}{\cos^2 \frac{\omega}{3}}$$

(¹) Voir le *Traité des fluxions* de Maclaurin (1749, *Pl.* X, *fig.* 134, p. 198).

et, finalement,

$$S = R\int\sqrt{\frac{9+z^2}{1+z^2}}\,dz.$$

» Par une transformation connue, posons encore

$$z^2 = \frac{x^2}{1-x^2},$$

le calcul donne

$$S = R\int\frac{\sqrt{9-8x^2}}{(1-x^2)\sqrt{1-x^2}}\,dx$$

ou

$$S = \frac{R}{3}\int\frac{dx}{(1-x^2)\sqrt{1-x^2}\sqrt{1-\frac{8}{9}x^2}} + \frac{8R}{3}\int\frac{dx}{\sqrt{1-x^2}\sqrt{1-\frac{8}{9}x^2}}.$$

» En désignant, suivant l'usage, par u, v, ϖ les intégrales elliptiques de première, de deuxième et de troisième espèce, nous pouvons donc écrire

$$S = \frac{R}{3}\varpi + \frac{8R}{3}u.$$

» Mais ici le *paramètre* de ϖ est égal à -1 et l'on sait ([1]) que, dans ce cas particulier, la fonction de troisième espèce peut s'exprimer, au moyen des fonctions u et v, par la formule

$$(1-k^2)\varpi + k^2(u-v) = \frac{x\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}}{1-x^2};$$

k^2 désignant le carré du *module* qui, dans notre exemple, est donné par l'égalité

$$k^2 = \tfrac{8}{9}.$$

» En résumé, la trisectrice de Maclaurin est rectifiable au moyen d'une fonction algébrique et des intégrales elliptiques de première et de deuxième espèce.

» On peut abréger un peu le calcul que nous avons indiqué pour la transformation de l'intégrale

$$R\int\frac{\sqrt{9-8x^2}}{(1-x^2)\sqrt{1-x^2}}\,dx,$$

([1]) SERRET, *Calcul intégral*, p. 48.

en observant que l'on a

$$\int \frac{\sqrt{1-k^2x^2}}{(1-x^2)\sqrt{1-x^2}}\,dx = \frac{x\sqrt{1-k^2x^2}}{\sqrt{1-x^2}} + \int \frac{k^2x^2\,dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}};$$

ce qui ramène alors, comme nous l'a fait observer M. Hermite, l'arc de la courbe à un terme algébrique et à l'intégrale de seconde espèce, sous la forme employée par M. Weierstrass.

» *Remarque.* — Nous ferons observer, en terminant cette Note, que la corde BC dont il est question ci-dessus enveloppe une cardioïde; en rapprochant ce fait de la génération que nous avons imaginée pour la trisectrice, on est conduit à cette remarque intéressante que *la trisectrice de Maclaurin et la cardioïde sont deux courbes corrélatives par rapport à un cercle* Δ *convenablement choisi.*

» Si, sur une droite indéfinie δ, on imagine cinq points équidistants M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, rangés dans l'ordre indiqué par les indices, la trisectrice de Maclaurin vérifie les conditions géométriques suivantes :

» 1° Son asymptote réelle est la perpendiculaire élevée au point M_1 perpendiculairement à δ;

» 2° Le nœud de la courbe est au point M_2;

» 3° Le sommet de la courbe est M_5.

» Le cercle Δ dont il est ici question est celui qui est décrit du point M_4, comme centre, avec M_4M_5 pour rayon. L'idée, peu naturelle au fond, de considérer ce cercle, conduit à l'équation qui nous a servi de point de départ et de laquelle on peut déduire, outre la propriété signalée ici, de nombreuses remarques sur la trisectrice et la cardioïde. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres des étincelles des bobines à gros fil.* Note de M. E. **Demarçay**, présentée par M. Cornu.

« Dans une Note publiée par moi, il y a déjà quelque temps, sur ce sujet se trouve une phrase qui est de nature à induire en erreur et que je me propose de rectifier ici.

» Je disais que les spectres en question étaient, à en juger par ceux des métaux alcalins, des spectres d'arc. Cette conclusion n'est point exacte pour tous les corps. Voici ce que j'ai constaté à ce sujet, en comparant ces spectres [1] avec ceux qu'ont décrits MM. Liveing et Dewar.

---

[1] Dans la région moins réfrangible que $\lambda = 330$.

» Les spectres de K, Na, Tl, Al paraissent identiques.

» Ceux de Ba, Sr, Ca semblent identiques aux intensités près des raies. Par exemple, dans le spectre de Ca, les deux raies H et K et les deux raies de part et d'autre de O signalées par M. Cornu l'emportent de beaucoup sur les triplets, dont les intensités sont d'ailleurs entre eux semblables à celles que donnent MM. Liveing et Dewar. Ces auteurs marquent sur leurs planches les triplets aussi forts que les raies H et K.

» Les spectres de Sn, Pb, Hg sont au contraire très différents et ne sont pas non plus pareils à ceux qu'ont donnés MM. Hartley et Adeney. A en juger par la portion visible, ils ne diffèrent *en général* de ceux décrits par M. Lecoq de Boisbaudran que par quelques raies peu importantes en plus et par des différences générales d'intensité; à savoir l'intensité supérieure des raies bleues et violettes relativement aux rouges. Ce sont en somme, pour ces corps, des spectres particuliers.

» J'ai aussi remarqué que l'on peut obtenir, contrairement à ce que j'avais cru voir jadis, les raies du fluor et de l'oxygène. Pour obtenir celles du premier, il suffit de faire jaillir l'étincelle sur de l'acide fluorhydrique concentré. On observe le spectre décrit par M. Salet. Si la solution est un peu étendue ou riche en métal, elles ne paraissent pas. Quant aux raies de l'oxygène, on les observe avec l'eau distillée, les acides purs étendus, l'acide azotique fumant. Du moins, je crois pouvoir attribuer à ce corps une raie rouge, $\lambda = 616,0$, qui paraît dans ces conditions.

» Les auteurs ne signalent, à la vérité, cette forte raie de l'oxygène qu'à $\lambda = 617,1$. Mais cette raie est forte et diffuse, et je suis enclin à la croire identique à celle que j'ai observée. Avec l'acide azotique fumant, cette raie est de même forte et diffuse et paraît plus voisine de 617. J'ai également observé dans ces conditions (eau distillée, acide azotique fumant) quelques raies violettes et bleues qui paraissent se rapporter à l'oxygène. Toutes ces raies disparaissent d'ailleurs complètement dès que la solution contient une quantité un peu sensible de métal ou bien si l'acide est très concentré. »

CHIMIE. — *Sur les lois de la dissolution. Réponse à MM.* Chancel *et* Parmentier, par M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 474), MM. Chancel et Parmentier ont cherché à établir que la loi de la dissolution que j'avais énoncée n'est pas générale et se trouve dans certains cas

en contradiction avec les faits. Ils ont cité, à l'appui de cette opinion, quelques expériences relatives à la solubilité de l'orthobutyrate et de l'isobutyrate de chaux, desquelles il résulterait que le sens de la variation de solubilité d'un corps avec la température n'est pas nécessairement déterminé par le signe de la chaleur de dissolution à saturation. Cette conclusion ne me paraît nullement ressortir des expériences en question : pour l'orthobutyrate, l'accord entre la théorie et l'expérience est parfait, puisque, à la température ordinaire, une diminution de solubilité correspond à une chaleur de dissolution positive; pour l'isobutyrate seul, il y aurait désaccord; la chaleur de dissolution serait encore positive avec une solubilité croissante, tandis que la théorie exige qu'elle soit négative. Mais, en réalité, la chaleur de dissolution observée, $0^{\mathrm{Cal}},6$, est inférieure aux erreurs possibles d'expérimentation, de telle sorte qu'il n'est pas possible de déduire de ce nombre aucune conséquence.

» Les expériences de MM. Chancel et Parmentier ne contredisent donc nullement la loi que j'ai énoncée; mais je ne m'en tiendrai pas à cette réponse négative. Il est possible, en effet, de déterminer le signe de la chaleur de dissolution à saturation, par un procédé à la fois plus simple et plus précis que la méthode calorimétrique : il suffit de verser un peu d'eau sur un excès de sel et d'observer la marche du thermomètre placé dans le mélange. On obtient ainsi des variations de température bien plus considérables que dans un calorimètre renfermant une masse d'eau considérable; les erreurs de mesure en sont réduites d'autant.

» J'ai placé, dans un tube à essai, avec un thermomètre donnant les centièmes de degré, 15^{gr} d'isobutyrate de chaux rapidement essoré à la trompe; il est indispensable d'opérer avec un sel humide, pour éviter la présence de sel effleuri qui fausserait tous les résultats. Dans un verre, j'ai mis, d'autre part, de l'eau distillée, une pipette et un second thermomètre; les deux vases, placés dans un calorimètre, furent laissés vingt-quatre heures en repos. Une fois les températures bien égalisées, 10^{cc} d'eau furent versés sur le sel. Les températures observées, après correction de l'écart normal des deux thermomètres égal à $0^{\circ},03$, ont été les suivantes :

Heures.	Températures du sel.	Températures de l'eau.
h m	o	o
9.0	12,980	12,975
9.5	12,980	12,975

» On verse l'eau en ouvrant un instant le calorimètre :

Heures.	Températures du sel.	Températures de l'eau.
h m	o	o
9. 6	12,900	»
9. 7	12,810	»
9. 8	12,780	»
9.10	12,790	12,990
9.12	12,80	»

» Il s'est donc produit, pendant la dissolution, un abaissement de température de 0°,2.

» En conséquence, la solubilité de l'isobutyrate suit bien la loi que j'ai énoncée.

» Mais ce n'est pas tout : pour les deux sels en question, la variation de solubilité change de signe avant d'arriver à 100°; la chaleur de dissolution doit donc éprouver une variation correspondante. Pour le vérifier, j'ai mis ces sels, avec un thermomètre divisé en dixièmes de degré, dans un tube à essai étiré en pointe fine et placé lui-même dans un vase contenant de l'eau bouillante. Une fois l'équilibre de température à peu près atteint, j'ai brisé la pointe, pour laisser rentrer l'eau, et noté la marche du thermomètre. Les résultats ont été les suivants, après correction d'un écart constant de 0°,2 entre les thermomètres :

	Isobutyrate de chaux.	Orthobutyrate de chaux.
	o	o
Température de l'eau	100,8	100,95
Température du sel	100,6	100,70
Après mélange	101,3	99,7
D'où échauffement	+0,6	−1,1

» Par conséquent, à 100° encore, le sens de la variation de solubilité de ces sels est bien réglé par le signe de la chaleur de dissolution. Les expériences de MM. Chancel et Parmentier donnent donc une vérification aussi parfaite que possible de la loi incriminée.

» On peut tenter une vérification plus intéressante encore; la loi en question veut qu'à tout changement brusque de la chaleur de dissolution corresponde un changement angulaire brusque de la tangente à la courbe de solubilité. L'isobutyrate de soude, cristallisant au-dessus de 80° avec 4éq d'eau de moins, éprouve dans sa chaleur de dissolution un changement

brusque d'environ 3^{Cal}; à cette température, la courbe de solubilité doit nécessairement présenter un point anguleux. Cette conséquence de la théorie ne peut malheureusement pas être contrôlée immédiatement, MM. Chancel et Parmentier n'ayant pas publié les résultats bruts de leurs expériences, mais des nombres obtenus par interpolation. Je donne ici la rectification de ces nombres, effectuée conformément à la théorie, et j'ai la conviction absolue que ces chiffres ainsi corrigés représentent beaucoup plus exactement que ceux qui ont été publiés les résultats directs de l'expérience, qui me sont inconnus :

Solubilité de l'isobutyrate de chaux.

Température.	Solubilités publiées par MM. Chancel et Parmentier.	Solubilités corrigées d'après la théorie.
60°	26,7	26,7
65	27,3	27,4
70	27,7	28,2
75	28,1	29,0
80	28,2	29,8
85	28	28,7
90	27,5	27,5
95	26,6	26,7
100	25,1	25,1

» Malgré toutes ces vérifications, je tiens à rappeler que la loi de la dissolution que j'ai énoncée ne peut être acceptée que comme une loi approchée. Elle repose sur un certain nombre de lois expérimentales plus ou moins exactes : loi de Gay-Lussac, appliquée aux vapeurs saturées; loi de Wüllner, etc.; et surtout elle n'est pas complètement d'accord avec le *principe de l'opposition de l'action et de la réaction* dans les équilibres chimiques ,dont l'exactitude paraît être rigoureuse. D'après cette loi, le phénomène de dissolution devrait dépendre de la chaleur de dissolution à saturation en partant d'une solution presque saturée et non en partant de l'eau pure. Il est vrai que dans tous les cas observés jusqu'ici ces deux chaleurs de dissolution se trouvent être de même signe. »

CHIMIE. — *Sur quelques formules relatives aux dissolutions salines.* Note de M. **Duhem**, présentée par M. Debray.

« M. G. Kirchhoff a donné en 1858 [1] la relation suivante

$$(1) \qquad \lambda = \frac{AR}{\varpi} T^2 \frac{\partial}{\partial T} \log \frac{p}{\Pi},$$

dans laquelle $\lambda\, dm_1$ est la chaleur dégagée par l'addition d'un poids d'eau dm_1 à une dissolution de concentration s à la température absolue T; A est l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur; R une constante qui a la même valeur pour tous les gaz parfaits; ϖ le poids moléculaire de la vapeur d'eau; p la tension de vapeur saturée d'une dissolution de concentration s à la température T; Π la tension de vapeur saturée de l'eau pure à la température T.

» M. G. Kirchhoff a donné également une formule qui exprime la quantité de chaleur C dT qu'il faut fournir à un système formé de l'unité de poids du sel, en partie solide, en partie dissous à saturation dans un poids h d'eau, pour élever sa température de dT. Cette formule est

$$(2) \qquad C = c_2 + hc_1 - h\frac{AR}{\varpi}\frac{d}{dT}\left(T^2 \frac{d}{dT}\log\frac{P}{\Pi}\right).$$

Dans cette formule, c_1 est la chaleur spécifique de l'eau pure, c_2 la chaleur spécifique du sel solide et P la tension de vapeur d'une dissolution saturée à la température T.

» De la formule (1) on a cru pouvoir déduire [2] que, si l'on ajoutait lentement un poids m_0 d'eau à un poids M de sel, $\frac{M}{m_0}$ étant précisément la concentration qui correspond à la saturation pour la température considérée, la chaleur absorbée pendant cette opération était donnée par la formule

$$(3) \qquad LM = -A\frac{RT^2}{\varpi} m_0 \frac{d}{dT}\log\frac{P}{\Pi}.$$

» Ces formules (2) et (3) ont été soumises au contrôle de l'expérience

---

(1) G. Kirchhoff, *Poggendorff's Annalen*, t. CIII; *Gesammelte Abhandlungen*, p. 485.

(2) Verdet, *Théorie mécanique de la chaleur*, t. I, p. 323.

par MM. Moutier [1], Pauchon [2], Tamman [3], Arons [4]. Ces deux derniers expérimentateurs ont trouvé les formules en question en désaccord avec l'observation.

» M. Le Chatelier [5] a proposé une formule différente de la formule (3)

$$L = \frac{AR}{\varpi} i T^2 \frac{d}{dT} \log \text{nép.} S. \tag{4}$$

i est une constante positive particulière au corps dissous; S la concentration d'une solution saturée à la température T.

» Je me suis proposé de trouver les formules qui doivent, d'après les principes de la Thermodynamique, être substituées aux formules (2), (3) et (4), reconnues fautives par l'expérience.

» 1. *Chaleur de dilution.* — Des formules que j'ai données dans mon Ouvrage sur le *Potentiel thermodynamique,* il résulte le théorème suivant :

» A la seule condition de négliger le volume spécifique de l'eau ou de la dissolution devant le volume spécifique de la vapeur d'eau, on peut calculer *a priori* la quantité de chaleur $\lambda\, dm_1$ dégagée par l'addition d'un poids d'eau dm_1 à une dissolution de concentration s, par la formule

$$\lambda = -A\int_0^s \left[v\frac{\partial p}{\partial s} - T\frac{\partial}{\partial T}\left(v\frac{\partial p}{\partial s}\right)\right] ds, \tag{5}$$

v étant le volume spécifique de la vapeur d'eau sous la pression p à la température T. Si l'on applique à l'eau les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, cette formule redonne la formule (1) de M. G. Kirchhoff.

» 2. *Chaleur de dissolution.* — En appliquant à la dissolution les raisonnements que, dans mon Ouvrage cité, j'ai appliqué à la dilution, on arrive aux théorèmes suivants :

» Lorsqu'un sel est soluble dans l'eau jusqu'à une certaine limite seulement, la quantité de chaleur absorbée par la dissolution dans l'unité de poids d'eau d'un poids σ de ce sel peut se calculer par la formule

$$\mathfrak{L}\sigma = -\frac{AT}{V}\frac{\partial P}{\partial S}\frac{d\log S}{dT}\sigma + A\int_0^\sigma \int_{s'}^{S} \frac{1}{s}\left[v\frac{\partial p}{\partial s} - T\frac{\partial}{\partial T}\left(v\frac{\partial p}{\partial s}\right)\right] ds\, ds', \tag{6}$$

(1) Moutier, *Annales de Chimie et de Physique,* 4e série, t. XXVIII, p. 515.
(2) Pauchon, *Comptes rendus,* t. XCVII, p. 1555.
(3) Tamman, *Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie,* t. XXIV, p. 523.
(4) Arons, *Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie,* t. XXV, p. 408.
(5) Le Chatelier, *Comptes rendus,* t. C, p. 50 et 441.

à la seule condition de négliger le volume spécifique du sel ou du liquide devant celui de la vapeur. V est le volume spécifique de la vapeur sous la pression P à la température T.

» Lorsqu'un corps est soluble dans l'eau en toute proportion, la même quantité a pour valeur

$$(7) \qquad \mathcal{L}\sigma = \mathrm{A}\int_0^\sigma \int_{s'}^\infty \frac{1}{s}\left[v\frac{\partial p}{\partial s} - \mathrm{T}\frac{\partial}{\partial \mathrm{T}}\left(v\frac{\partial p}{\partial s}\right)\right] ds\, ds'.$$

» 3. *Sels qui suivent les lois de Von Babo et de Wüllner.* — D'après M. Wüllner, on a

$$p = \Pi - (\mathrm{K}\Pi + \mathrm{K}'\Pi^2 + \mathrm{K}''\Pi^3)s,$$

K, K′, K″ étant trois constantes dont la première est sûrement p[illegible]e. Dans le cas où la dissolution suit la loi de Von Babo, on a

$$\mathrm{K}' = 0, \qquad \mathrm{K}'' = 0.$$

» Si l'on admet la loi de M. Wüllner et si, de plus, on applique à la vapeur d'eau les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, on peut effectuer les intégrations indiquées dans l'égalité (6). On voit alors que, si pour une dissolution, à une température donnée, $\frac{d\mathrm{S}}{d\mathrm{T}}$ et $\frac{\partial}{\partial \mathrm{T}}\frac{p}{\Pi}$ sont de même signe, on ne peut rien prévoir sur le phénomène thermique qui accompagne la dissolution; mais, s'ils sont de signe contraire, la dissolution a lieu avec absorption ou dégagement de chaleur, selon que $\frac{d\mathrm{S}}{d\mathrm{T}}$ est positif ou négatif.

» Si la dissolution suit la loi de Von Babo, l'égalité (6) prend la forme

$$\mathcal{L}\sigma = -\frac{\mathrm{ART}^2}{\varpi}\frac{\partial \log \mathrm{P}}{\partial \mathrm{S}}\frac{d\log \mathrm{S}}{d\mathrm{T}}\sigma,$$

qui coïnciderait avec la formule de M. Le Chatelier, si l'on négligeait les variations de $\frac{\partial \log \mathrm{P}}{\partial \mathrm{S}}$ avec la température.

» On peut donc, sans faire d'autre hypothèse que la petitesse du volume spécifique de l'eau devant celui de la vapeur d'eau, relier le calcul de la chaleur de dilution et de la chaleur de dissolution à la détermination de la solubilité du sel, des tensions de vapeur de la dissolution, et des lois de compressibilité et de dilatation de la vapeur d'eau. »

CHIMIE. — *Sur un cas particulier de dissolution.* Note de M. **F. Parmentier**, présentée par M. Debray.

« En général, quand on dissout un corps solide dans un liquide, la dissolution complète du solide étant produite, on peut ajouter à la dissolution un excès quelconque de dissolvant, sans que le mélange cesse de demeurer homogène.

» En dissolvant, dans de l'éther ordinaire, de l'acide phosphomolybdique ou de l'acide silicomolybdique, nous avons constaté que, pour une température donnée, la dissolution n'a lieu qu'entre des quantités déterminées d'acide et d'éther. Une fois que ces acides se sont dissous dans une quantité convenable d'éther, un excès de dissolvant ne se mélange plus à la dissolution. Ce phénomène nous a paru intéressant à étudier, et notre étude a surtout porté sur l'acide phosphomolybdique, dont la préparation est relativement facile.

» On sait que M. H. Debray, dans ses recherches sur les phosphomolybdates, a isolé un acide de composition complexe, donnant plusieurs hydrates dont la formule générale est

$$PhO^5, 20MoO^3 + Aq.$$

» En particulier, il a fait voir que l'évaporation, à la température ordinaire, de la dissolution de cet acide dans l'eau produit de magnifiques octaèdres dérivés du cube et renfermant 23,4 pour 100 d'eau. C'est sur cet hydrate que nous avons opéré : la forme cristalline et l'analyse de l'acide employé nous ont montré qu'il était pur et répondait bien à l'hydrate décrit par M. H. Debray.

» Quand on verse sur cet acide une petite quantité d'éther pur et sec, on constate que l'acide se dissout rapidement et qu'il se produit un dégagement de chaleur considérable. L'éther entre en ébullition et l'on peut l'enflammer à l'extrémité du tube dans lequel on fait l'expérience. En ajoutant de l'éther en excès et en agitant le mélange, la dissolution est bientôt complète, et, par le repos, on voit se séparer des couches bien distinctes : une couche inférieure fortement colorée en jaune contenant tout l'acide, et une couche supérieure, à peu près incolore, formée uniquement d'é-

ther, qu'il est impossible d'incorporer par l'agitation à la couche inférieure. Quand l'acide employé n'est pas sec ou que l'éther n'est pas anhydre, il se produit une couche intermédiaire formée d'eau.

» Ce fait que la dissolution n'a lieu qu'avec une quantité déterminée de dissolvant, joint au dégagement de chaleur qui se produit pendant la dissolution, semble, au premier abord, devoir faire penser à une combinaison définie entre l'éther et l'acide. Mais les faits suivants se rapportent plutôt à un phénomène de dissolution.

» Si, en effet, on abandonne à l'évaporation la liqueur séparée de l'excès d'éther, l'acide cristallise avec la même forme cristalline et la même composition que l'acide qui a été dissous (¹).

» Si la liqueur, saturée à une certaine température, est séparée de l'excès d'éther, enfermée dans un tube un peu long, de préférence dans un tube scellé, et chauffée, on voit se séparer de la dissolution une certaine quantité d'éther qui vient à la surface, et cette quantité va en croissant avec la température. Le tube revenant à sa température primitive, l'agitation permet de rendre le liquide de nouveau homogène. Un abaissement de la température permet, au contraire, l'incorporation d'une nouvelle quantité d'éther. Une fois l'éther séparé, il ne se diffuse, au repos, que lentement dans le reste de la liqueur, et nous avons construit avec ce liquide une sorte de thermomètre à maxima assez sensible.

» La dissolution éthérée d'acide phosphomolybdique est plus lourde que l'eau. Saturée à 13° elle a une densité d'environ 1,3. Elle ne se dissout pas dans l'eau. Quand on agite une dissolution aqueuse d'acide phosphomolybdique avec de l'éther, tout l'acide est enlevé par l'éther, et la solution éthérée tombe au fond de l'eau. L'alcool la dissout en toutes proportions.

» Si, au lieu d'opérer sur l'hydrate octaédrique, on se sert de l'acide effleuri à l'air, ou mieux chauffé pendant quelque temps vers 100°, la dissolution dans l'éther n'a lieu qu'à la condition d'ajouter une quantité d'eau convenable.

» Nous avons déterminé la solubilité dans l'éther de l'acide phosphomolybdique à diverses températures. Nous avons trouvé :

(¹) Quand l'évaporation de l'éther est faite dans un vase peu ouvert, l'acide est réduit partiellement et il se produit de l'aldéhyde. Dans un vase à large ouverture, il y a encore production d'aldéhyde, mais les cristaux restent jaunes : l'acide sert simplement à fixer sur l'éther l'oxygène de l'air.

T.	Poids d'acide dissous par 100 parties d'éther.
0°....................................	80,6
8,1....................................	84,7
19,3....................................	96,7
27,4....................................	103,9
32,9....................................	107,9

» On voit que la solubilité va en croissant avec la température.

» En dissolvant cet acide dans l'éther en présence d'un grand excès d'éther (environ 15^{gr} d'acide et 500^{gr} d'éther), dans des fioles en verre bouchées, nous avons trouvé que 1^{kg} d'acide dégage $22^{c}, 8$. En admettant que l'hydrate employé a pour formule

$$PhO^5, 20\,MoO^3, 52\,HO = 1979,$$

formule qui exige 23,6 pour 100 d'eau, au lieu de 23,4 trouvé, il y a un dégagement de $45^{cal}, 1$ par équivalent.

» La dissolution d'acide phosphomolybdique saturée d'éther peut encore dissoudre de grandes quantités d'acide, toujours avec dégagement de chaleur, mais alors il y a séparation d'eau qui vient surnager la dissolution. Si l'étude de ce nouveau phénomène nous amène à des résultats intéressants, nous demanderons la permission de les communiquer à l'Académie.

» Les essais qualitatifs que nous avons faits avec l'acide silicomolybdique et l'éther nous ont amené à des résultats analogues aux précédents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un acide obtenu par l'action de la potasse sur un mélange d'acétone et de chloroforme*. Note de M. R. **Engel**, présentée par M. Friedel.

« M. Willgerodt, en traitant l'acétone par le chloroforme et par une petite quantité de potasse solide, a obtenu un composé intéressant ayant pour formule $C^4H^7OCl^3$, qu'il a nommé *acétone-chloroforme*. L'auteur a observé dans la préparation de ce composé la formation accessoire de petites quantités de deux acides, auxquels il assigne les formules $C^{11}H^{20}O^6$ et $C^7H^{14}O^4$. Mais il n'a eu que peu de ces produits à sa disposition et ne paraît pas avoir obtenu de sels cristallisés, car il a dû analyser un composé barytique qui, après évaporation de sa solution, se présente sous la forme d'une masse

vitreuse. Aussi les formules que M. Willgerodt attribue à ces acides ne sont-elles insérées qu'avec un point d'interrogation par les meilleurs Traités (Beilstein, Bourgoin).

» J'ai, de mon côté, obtenu l'acide $C^{11}H^{20}O^{6}$, non comme produit accessoire, mais comme produit principal de la réaction. Comme, depuis trois ans, aucun nouveau travail n'a paru sur cet acide, très intéressant pourtant au point de vue de l'étude des modes de condensation de l'acétone, il paraît utile de mettre son existence hors de doute, de montrer qu'on peut obtenir facilement ses sels en quantités relativement considérables et que plusieurs d'entre eux cristallisent très bien et, par suite, peuvent être analysés avec la plus grande précision.

» La préparation de cet acide se fait de la manière suivante : à un mélange, molécule à molécule, d'acétone et de chloroforme, on ajoute volume égal d'alcool et l'on refroidit à 0°; puis on traite le tout par une solution alcoolique de potasse, également refroidie à 0°, et renfermant environ deux fois plus de potasse qu'il n'en faut pour enlever tout le chlore du chloroforme. La température du mélange ne tarde pas à s'élever. On a soin, au début, de modérer la réaction en plongeant le ballon dans l'eau froide s'il se fait un dégagement gazeux trop rapide. Vers la fin, au contraire, on chauffe modérément (60°-70°). Pendant toute la durée de la réaction, il se dégage un gaz qui brûle avec une flamme verte et qui n'est autre chose que de l'oxyde de carbone entraînant un peu de chloroforme. Ce dégagement gazeux terminé, on ajoute un léger excès d'acide chlorhydrique, on sépare par filtration le chlorure de potassium et on le lave à l'alcool. On ajoute de l'eau aux liquides filtrés et on les agite plusieurs fois avec de l'éther. Les différentes couches éthérées sont réunies et soumises à la distillation pour recueillir l'éther. Il reste un liquide aqueux, coloré en jaune, qui tient en solution l'acide cherché. On neutralise par l'oxyde de plomb et l'on fait cristalliser.

» La plupart des sels de cet acide ne donnent par évaporation que des masses gommeuses, semblables à celles que M. Willgerodt a eues entre les mains. Le sel de plomb, au contraire, cristallise en beaux prismes, lorsqu'on fait évaporer sa solution dans le vide sec. L'acide libre se volatilise dans le vide; aussi la solution de son sel de plomb a-t-elle une tendance prononcée à former un sel basique par suite du départ d'une certaine quantité d'acide. Dans ce cas, le vase dans lequel se fait la cristallisation se recouvre d'une pellicule blanche. Lorsque ce phénomène a lieu, on arrête la cristallisation, on sépare les cristaux formés et l'on fait passer dans la

solution un courant d'acide carbonique. On filtre pour séparer le carbonate de plomb et l'on soumet de nouveau à cristallisation. On s'arrête lorsqu'il se forme des cristaux différents des précédents, qui se réunissent en touffes d'aiguilles.

» Ces cristaux ont pour formule brute $C^{11}H^{22}O^{8}Pb$.

	Trouvé.	Calculé.
C	26,94	26,98
H	4,42	4,49
Pb	42,25-41,97	42,33
O	26,39	26,20
	100,00	100,00

» En neutralisant l'acide brut résultant de l'évaporation de l'éther par l'oxyde de zinc, on obtient par évaporation de fines aiguilles retenant beaucoup d'eau d'interposition. On les essore ou on les fait sécher sur de la porcelaine dégourdie et l'on fait recristalliser. Ce sel a pour formule $C^{11}H^{22}O^{8}Zn$.

	Trouvé.	Calculé.
C	37,8	38,04
H	6,7	6,34
Zn	18,5	18,73

» Les formules des sels de plomb et de zinc diffèrent par $2H^2O$ en plus de la formule du sel de baryum analysé par M. Willgerodt. Ces sels paraissent donc cristalliser avec 2 molécules d'eau. Lorsqu'on les chauffe, ils fondent tous deux à 100° et laissent, comme le sel de baryum, une masse vitreuse. La détermination de la quantité d'eau de cristallisation offre quelques difficultés. En effet, à 100°, la masse gommeuse que forme le sel ne perd son eau qu'avec une extrême lenteur, et vers 150° déjà ces sels commencent à s'altérer. Pourtant, en maintenant le sel de zinc à 140°, on a trouvé qu'il perdait 10,5 pour 100 de son poids; théorie, 10,3 pour $2H^2O$.

» L'existence de l'acide $C^{11}H^{20}O^{6}$ n'est donc pas douteuse. Deux des sels de cet acide peuvent être obtenus en beaux cristaux.

» La formule de cet acide répond à la condensation de 3 molécules d'acétone, avec fixation de deux groupes COOH et perte d'un oxygène. On peut concevoir plusieurs formules de structure rendant compte de sa constitution, notamment

$$[(CH^3)^2C]''[CO(CH^3)^2COOH]^2.$$

» Cet acide est loin d'être le seul qui se forme dans la réaction de la

potasse alcoolique sur le mélange d'acétone et de chloroforme. Le liquide aqueux, dont on a extrait l'acide précédent par l'éther, renferme encore des acides organiques. En le neutralisant par la baryte et évaporant, on obtient successivement des cristallisations de sels organiques. Entraîné par d'autres recherches, je n'ai pas étudié ces composés et je me contente de les signaler à l'attention des chimistes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches synthétiques sur quelques dérivés du diphényle.* Note de M. **P. Adam**, présentée par M. Friedel.

« Le chlorure de méthylène et le diphényle, en présence du chlorure d'aluminium, réagissant en proportions équimoléculaires pour former le fluorène (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 207), on aurait pu supposer que, dans les mêmes conditions, le chlorure de carbonyle fournirait la diphénylène-acétone $\begin{matrix} C^6H^4 \\ | \\ C^6H^4 \end{matrix} \rangle CO$. Mais, dans ce cas, 2 molécules d'hydrocarbure entrent en réaction et l'on obtient la diphényle-diphénylacétone

$$C^6H^5-C^6H^4-CO-C^6H^4-C^6H^5.$$

» Ce corps se prépare avec la plus grande facilité, et le rendement est presque théorique, lorsqu'on opère de la manière suivante : dans un ballon contenant 150^{gr} de chlorure d'aluminium, on ajoute peu à peu, sans chauffer, un mélange de diphényle (150^{gr}), de sulfure de carbone (200^{gr}) et de chlorure de carbonyle (100^{gr}). Il se dégage immédiatement de l'acide chlorhydrique; vers la fin de la réaction, on plonge le ballon dans de l'eau tiède jusqu'à ce que le dégagement gazeux ait cessé. On chauffe le sulfure de carbone au bain-marie dans un courant de vapeur d'eau, et le résidu solide, lavé d'abord à l'eau alcaline, puis à l'eau pure, est desséché, et dissous dans la benzine ou dans l'acétone bouillante. On obtient ainsi, par refroidissement, des aiguilles blanches, entrelacées, assez solubles dans l'acétone, la benzine et le chloroforme, presque insolubles dans l'alcool et l'éther de pétrole. Soumis à des dissolutions et des cristallisations fractionnées, ce corps présente, pour les premières comme pour les dernières portions, le même point de fusion, 229°. M. Weiler, qui a obtenu cette même diphényle-diphénylacétone ou diphényle-benzophénone

$$CO(C^6H^4-C^6H^8)^2$$

par oxydation du diphényle-diphénylméthane, lui donne pour point de fusion 226°.

» La réduction de cette acétone est très lente et difficile. On y parvient en la dissolvant dans un mélange d'alcool et de benzine et ajoutant un grand excès d'amalgame de sodium. On obtient ainsi le diphényle-benzhydrol C^6H^5-C^6H^4-CH.OH-C^6H^4-C^6H^5, fusible à 151° (Weiler, même point de fusion), très soluble dans l'alcool et parfaitement cristallisé.

» L'action du chlorure de carbonyle sur le diphényle en présence du chlorure d'aluminium, à chaud et sans sulfure de carbone, donne la même acétone, mais l'action est moins nette et le rendement est mauvais (20 pour 100). Il ne se fait pas non plus trace de diphénylène-acétone.

» A ce sujet, on peut faire quelques remarques sur les préparations au chlorure d'aluminium. La méthode au sulfure de carbone et à froid, essayée déjà plusieurs fois en France et recommandée comme générale par M. Elbs (*Chemiker Zeitung*, octobre 1885), excellente pour un chlorure acide, ne convient pas, du moins avec le diphényle, si l'on fait agir un hydrocarbure chloré. Ainsi, voulant faire une comparaison plus complète des deux méthodes, j'ai fait réagir le chlorure de méthylène sur le diphényle en solution sulfocarbonique; même à une vive lumière, la réaction ne s'est pas déclarée à froid : il a fallu chauffer à 45°, et, quoique le chlorure de méthylène eût été ajouté en excès, le diphényle s'est retrouvé presque intégralement; il ne s'était formé qu'un peu de diphényle-diphénylméthane et point de fluorène. Sans sulfure de carbone, au contraire, et à chaud, le fluorène est prédominant.

» Le chlorure d'acétyle réagit facilement sur le diphényle par l'une ou l'autre méthode. A froid particulièrement, la réaction est très régulière et très nette. Le produit brut, séparé comme à l'ordinaire et soumis à la distillation fractionnée, on obtient facilement un corps d'une odeur agréable, ressemblant à celle du méthyle-benzoyle.

» Soumis à l'analyse [1], ce corps présente la composition

$$C^{14}H^{12}O = C^6H^5\text{-}C^6H^4\text{-}CO\text{-}CH^3.$$

On peut l'appeler *diphényle-méthyle-carbonyle* ou *diphényle-acétyle*. Il fond

---

[1]

	Trouvé.	Calculé.
C	85,55	85,71
H	6,35	6,12

à 121° et bout à 325°-327°. Il est en cristaux très blancs, flexibles et nacrés, et se dissout facilement dans l'alcool et dans l'acétone.

» J'étudie actuellement ses transformations ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le camphène actif et l'éthyl-bornéol.* Note de MM. G. BOUCHARDAT et J. LAFONT, présentée par M. Friedel.

« On sait, par les recherches de M. Berthelot ([2]), que les divers térébenthènes $C^{20}H^{16}$ se modifient, que leur pouvoir rotatoire varie avec une extrême facilité sous l'influence du maintien à des températures suffisamment élevées; ces variations s'accentuent quand l'essence se trouve en contact avec des acides libres ou certains sels. Chacun de ces acides ou de ces sels produit des variations différentes, les conditions de température restant les mêmes.

» Les composés les plus stables de ces essences, tels que les monochlorhydrates solides et les camphènes que l'on en dérive, présentent les mêmes particularités. C'est en utilisant ces données que M. Berthelot ([3]) a pu préparer à volonté un camphène inactif, en maintenant à 180° pendant vingt-quatre heures le monochlorhydrate de térébenthène de l'essence française avec de l'acétate de soude fondu, tandis que, dans les mêmes conditions de température, le stéarate de soude fournit un camphène actif de pouvoir rotatoire assez élevé, $[\alpha]_j = -63°$. Depuis, M. Riban l'a préparé avec le même monochlorhydrate par l'action de la potasse alcoolique à 180° pendant soixante-dix heures; pouvoir rotatoire, $[\alpha]_D = -53°,8$.

» Les deux pouvoirs rotatoires sont très voisins, si l'on tient compte que le premier, déterminé pour la teinte sensible, doit être réduit dans une forte proportion pour être comparable au second, pris avec la lumière du sel marin. Il semblerait que l'on a dans les deux cas le même corps à pouvoir rotatoire fixe invariable. Nos expériences établissent au contraire que le pouvoir rotatoire du térécamphène actif est plus élevé et, de plus, que c'est l'influence prolongée de la température et des agents chimiques intervenant qui en font varier la grandeur.

» Nous sommes partis d'un monochlorhydrate $C^{20}H^{17}Cl$, de pouvoir ro-

---

([1]) Laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

([2]) BERTHELOT, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVIII, p. 38.

([3]) *Comptes rendus*, t. LV, p. 496.

tatoire $[\alpha]_D = -28°30$, fourni par une essence française déviant le plan de polarisation de $-31°,40$, sous une épaisseur de $0^m,10$. Nous l'avons chauffé en tubes scellés, à 150°, température à laquelle la décomposition commence à être active, avec un peu moins de son poids d'acétate de potasse fondu, dissous dans l'alcool très concentré.

» Dans ces conditions, l'acide acétique mis en liberté dans la réaction forme de l'éther acétique neutre et un peu de triacétate de potasse dont l'influence paraît être faible. Au contraire, l'acétate de potasse employé seul fournit du camphène inactif. Après quarante-huit heures, la transformation est encore incomplète; elle a porté environ sur les deux tiers du monochlorhydrate. On précipite alors le produit par l'eau et on le soumet à des distillations fractionnées, dans le vide d'abord pour ne pas altérer les produits. Le monochlorhydrate non décomposé a été traité de nouveau deux fois à 150° pendant quarante-huit heures chaque fois, puis une troisième fois à 175° pour en détruire les dernières traces. Le camphène provenant des trois premiers traitements se solidifie de suite, après que l'éther acétique a été éliminé dans les portions passant de 155° à 161°. Celui qui provenait du dernier traitement ne se solidifie pas; il possède l'odeur du térébène, mais il se prend en masse dans un mélange de glace et de sel et l'on peut en extraire ainsi du camphène solide.

» Les pouvoirs rotatoires de chaque portion ont été les suivants :

	$[\alpha]_D$	
	155°-158°.	158°-161°.
Premier traitement.........	−77°.30′	−80°.37′
Deuxième »	−67.21	−69. 8
Troisième »	−60.35	−59.40
Quatrième »	−30.30	−34.30

» De ces mesures, il résulte que le camphène obtenu dans le premier traitement a un pouvoir rotatoire environ des $\frac{5}{3}$ de celui que possèdent les térécamphènes déjà obtenus par le stéarate de soude ou la potasse alcoolique.

» Il résulte en outre que l'action combinée d'une température de 150° d'abord, 175° à la fin, et des corps en présence, acide acétique, acétate de potasse, diminue assez rapidement la valeur du pouvoir rotatoire en rendant une partie du camphène inactif ou la totalité moins active; enfin, que l'action de la température dans ces conditions paraît prépondérante, car la chute de pouvoir rotatoire, qui n'était que de 9° à 10° pendant les deux

premières périodes, atteint 30° dans la dernière. D'après la comparaison de ces chiffres, il semble que le produit du premier traitement ne doit renfermer que de petites quantités de produit inactif.

» En même temps que le camphène, il se forme une certaine proportion d'un second produit passant à la distillation à la même température que le monochlorhydrate et que l'on retrouve en entier au dernier traitement. Il distille de 115° à 120° sous 5^{cm} de pression, de 205° à 208° sous la pression normale. Il reste liquide même à − 50°. Sa densité à 0° est de 0,9495. Il est dextrogyre, de sens inverse à l'essence de térébenthine employée et à son monochlorhydrate, $[\alpha]_D = + 26°,3$. Il en résulte que le produit total du dernier traitement a un pouvoir rotatoire nul à peu près exactement, et l'on peut se demander s'il ne se produit pas là un équilibre dans la somme des pouvoirs rotatoires de corps de compositions différentes.

» Ce corps a la composition d'un éthylate de camphène ou éthyl-bornéol $C^{20}H^{16}C^4H^6O^2$, isomérique avec le composé obtenu par M. Baubigny dans l'action de l'iodure d'éthyle et de la potasse sur le bornéol : $C = 78,2$, $H = 11,6$. Sa densité de vapeur a été trouvée $= 5,8$; théorie, 6,2. Il n'est pas modifié par la potasse alcoolique à 100°; il ne fournit pas dans ces conditions d'acide acétique, ce qui exclut la formation d'un acétate de camphène de composition voisine.

» Mis en contact avec une solution saturée à 0° d'acide chlorhydrique, il se transforme en une masse butyreuse d'où l'on extrait par compression une masse camphrée solide, mélange de chlorhydrate de bornéol et de bornéol. Ce produit a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = + 7°,6$.

» L'éthylate de camphène, traité à 100° par dix fois son poids de solution chlorhydrique saturée, se transforme intégralement en chlorure d'éthyle bouillant à + 13°, à cause d'un peu de monochlorhydrate entraîné, dont on a fait l'analyse, et en un chlorhydrate de camphène inactif.

» Enfin l'éthylate de camphène est très vivement oxydé par l'acide nitrique ordinaire. Le produit, lavé à l'eau, puis bouilli avec une solution de potasse concentrée, distille avec la vapeur d'eau, sous forme d'un liquide huileux qui se prend immédiatement en masse cristalline, possédant toutes les propriétés du camphre $C^{20}H^{16}O^2$.

» L'ensemble de ces propriétés nous fait donc regarder ce composé comme un dérivé d'un bornéol particulier, un éthyl-bornéol identique ou isomérique avec celui de M. Baubigny. Ces deux produits sont les seuls qui prennent naissance en quantité appréciable dans l'action de l'acétate de potasse alcoolique sur le monochlorhydrate de térébenthène français. »

THERMOCHIMIE. — *Action du bibromure d'éthylène sur les alcoolates alcalins. Préparation de l'acétylène.* Note de M. DE **FORCRAND**, présentée par M. Berthelot.

« I. D'après mes études relatives à l'action du bibromure d'éthylène sur les alcoolates alcalins dissous dans un excès de l'alcool correspondant, la réaction

$$C^4H^4Br^2 \text{ liq.} + 2(C^{2m}H^{2m+1}MO^2 \text{ diss. dans } nC^{2m}H^{2m+2}O^2)$$
$$= 2(MBr \text{ précipité dans } (n+1)C^{2m}H^{2m+2}O^2) + C^4H^2 \text{ gaz.}$$

dégage, pour les alcoolates de potasse,

$$+15^{Cal},92(C^2H^3KO^2),\quad +19^{Cal},30(C^4H^5KO^2),\quad +22^{Cal},44(C^6H^7KO^2),$$
$$+32^{Cal},94(C^8H^9KO^2),\quad +27^{Cal},32(C^{10}H^{11}KO^2),$$

et pour les alcoolates de soude,

$$+1^{Cal},36(C^2H^3NaO^2),\quad +8^{Cal},86(C^4H^5NaO^2),\quad +13^{Cal},66(C^6H^7NaO^2),$$

tandis que la même réaction faite avec les hydrates de potasse et de soude donnerait $+11^{Cal},4$ (1).

» II. Si l'on fait le même calcul pour les alcoolates solides

$$C^4H^4Br^2 \text{ liq.} + 2C^{2m}H^{2m+1}KO^2 \text{ sol.}$$
$$= 2C^{2m}H^{2m+2}O^2 \text{ liq.} + 2KBr \text{ sol.} + C^4H^2 \text{ gaz.} = y,$$

on trouve pour la valeur de y

Avec				
$C^2H^4O^2$.	$C^4H^6O^2$.	$C^6H^8O^2$.	$C^8H^{10}O^2$ (iso).	$C^{10}H^{12}O^2$.
$+41^{Cal},46$	$+46^{Cal},48$	$+45^{Cal},94$	$+50^{Cal},72$	$+44^{Cal},50$

et pour les alcoolates de soude,

$$+31^{Cal},74,\quad +29^{Cal},18,\quad +33^{Cal},12,\quad +34^{Cal},92,\quad +35^{Cal},02.$$

» Le nombre le plus élevé est encore fourni par l'isobutylate de potasse ($+50^{Cal},72$).

» Toutes ces réactions donnent, en même temps, de l'éthylène monobromé C^4H^3Br, dont la chaleur de formation est inconnue; mais, quelle que soit cette valeur, la différence entre ce nombre et y est d'autant plus grande que y est lui-même plus grand.

» Il en résulte que, pour une même température de réaction, le mélange

(1) En fait, l'action de la potasse aqueuse ne donne pas d'acétylène, mais seulement un peu d'éthylène monobromé et du glycol. La fixation de $2H^2O^2$ sur C^4H^2 dégage en effet $+36,5$ (pour le glycol dissous), ce qui donne pour la réaction $+47^{Cal},9$. L'eau distillée fournit déjà du glycol avec le bromure d'éthylène, à 100°. (Voir STEMPNEWSKY, *Bull. Soc. chim.*, t. XXVIII, p. 154, et NIEDERIST, *Ann. Liebig*, t. CLXXXVI, p. 388.)

des gaz qui se dégagent doit contenir plus d'acétylène et moins d'éthylène monobromé lorsque la valeur de y augmente.

» III. Voici à ce sujet quelques résultats d'expériences :

» Par l'éthylate de soude dissous dans l'alcool ($+ 19^{Cal},30$), on a obtenu 20 pour 100 d'éthylène monobromé et 80 pour 100 de C^4H^2;

» Par l'isobutylate de potasse dissous dans l'alcool isobutylique ($+ 32^{Cal},94$), 10 pour 100 de C^4H^3Br et 90 pour 100 de C^4H^2;

» Par la potasse alcoolique (dissolution saturée de KHO^2 dans l'alcool éthylique à 94°), 34 pour 100 de C^4H^3Br et 66 pour 100 de C^4H^2.

» Ces trois premières réactions ont lieu entre 110° et 120°.

» Par l'éthylate de potasse solide, à froid ($+ 46^{Cal},48$), on a obtenu de 15 à 18 pour 100 de C^4H^3Br et de 85 à 82 pour 100 de C^4H^2 ;

» Par l'isobutylate de potasse solide, $C^8H^9KO^2$, à froid ($+ 50^{Cal},72$), de 8 à 10 pour 100 de C^4H^3Br et de 92 à 90 pour 100 de C^4H^2.

» On voit que ces résultats varient dans le sens prévu par la théorie.

» J'ai pensé que l'on pourrait utiliser cette dernière réaction, qui se fait à froid, pour obtenir rapidement de l'acétylène dans les laboratoires. La préparation de ce gaz, telle qu'on la pratique aujourd'hui, est toujours assez compliquée, même lorsque l'on emploie l'appareil imaginé par M. Jungfleisch. La réaction de l'isobutylate de potasse sur le bibromure d'éthylène pourra donc rendre des services, lorsqu'on voudra préparer en peu de temps une petite quantité de gaz acétylène.

» IV. Voici les détails de l'expérience :

» On dissout, dans 20^{gr} à 25^{gr} d'alcool isobutylique, environ 2^{gr} de potassium, dans un tube à essai un peu large (capacité de 80^{cc} à 100^{cc}), et l'on chauffe la dissolution dans un courant d'hydrogène sec, en élevant la température du bain d'huile jusqu'à 200°. On recueille l'alcool qui distille et qui peut servir pour une autre préparation. Il reste au fond du tube une masse cristalline, adhérente au verre, formée par l'isobutylate $C^8H^9KO^2$. On bouche le tube et, après refroidissement, on achève de le remplir de mercure, puis on le dispose verticalement sur la cuve à mercure, l'extrémité fermée en haut. On introduit alors environ $0^{cc},5$ de bibromure d'éthylène, qui réagit immédiatement.

» Lorsque le gaz remplit à peu près le tube, on le recueille dans une plus grande cloche et, le liquide se trouvant de nouveau au contact de l'alcoolate, l'action recommence. Lorsqu'elle devient plus lente, on peut enlever facilement la plus grande partie du liquide et le remplacer par une nouvelle dose de $C^4H^4Br^2$, jusqu'à ce que la désagrégation de la matière solide soit complète.

» Avec 2gr de potassium, on obtient facilement 500cc à 600cc de gaz ([1]).

» Les impuretés qu'il retient sont : des vapeurs de bibromure d'éthylène, d'alcool isobutylique et d'éthylène monobromé.

» V. Pour le purifier, on le soumet à l'action de petites quantités d'alcool éthylique absolu, de la manière suivante :

» L'éprouvette contenant 200cc de gaz, on y introduit 1cc d'alcool éthylique. Le volume se réduit à 180cc. La solubilité de l'acétylène dans l'alcool étant de 6 volumes, le gaz devrait occuper 194cc (en négligeant le volume occupé par les vapeurs d'alcool). La différence, soit 14cc, correspond à l'éthylène monobromé qui a été absorbé en même temps.

» On sépare l'alcool saturé et on le remplace de nouveau par 1cc d'alcool. Le volume est réduit à 172cc, ce qui indique encore 2cc d'éthylène monobromé absorbé. Enfin, une troisième addition de 1cc d'alcool donne 166cc, la diminution étant due seulement à la solubilité de l'acétylène ([2]). Il ne reste plus qu'à enlever les vapeurs d'alcool, par la potasse solide ou une goutte d'acide sulfurique. Le volume est encore diminué de 3cc ou 4cc, qui s'ajoutent au volume d'éthylène monobromé déjà trouvé, et l'on obtient finalement environ 160cc de gaz acétylène pur et sec.

» Les vapeurs d'alcool isobutylique et de bibromure d'éthylène ont disparu pendant ces opérations.

» Le gaz ainsi obtenu est complètement absorbable par le sous-chlorure de cuivre ammoniacal. Il ne contient pas de composés bromés.

» On pourrait remplacer $C^8H^9KO^2$ par $C^4H^5KO^2$ solide; mais, le gaz étant moins riche en acétylène, on en perdrait davantage pendant les purifications.

» VI. Je dois rappeler, en terminant, qu'en 1861 ([3]) M. Sawitsch avait chauffé de l'amylate de soude solide $C^{10}H^{11}NaO^2$, à 100°, avec du bibromure d'éthylène, en vase clos, et obtenu un gaz que l'analyse eudiométrique lui a permis d'identifier avec l'acétylène. Avec l'éthylate de soude et le bibromure de propylène, il a préparé de même l'allylène. Cependant ce procédé de préparation est peu employé pour l'acétylène, la nécessité de se servir de tubes scellés entraînant des complications.

([1]) L'alcool isobutylique qui prend naissance dans la réaction dissout un peu d'acétylène (solubilité, à 15°, 4vol,5); il en est de même du bibromure d'éthylène; mais ces liquides dissolvent encore plus d'éthylène monobromé, et leur action dissolvante a pour effet d'enrichir le gaz.

([2]) C'est par des procédés analogues que j'ai fait l'analyse des mélanges gazeux dont j'ai donné plus haut la composition.

([3]) *Comptes rendus*, t. LII, p. 157.

» La décomposition, à froid, de l'isobutylate de potasse, ou, à son défaut, de l'éthylate de potasse, me paraît d'une application plus commode. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation de l'émétique*. Note de M. **Güntz**, présentée par M. Berthelot.

« L'oxyde d'antimoine se combine, comme on le sait, au bitartrate de potasse pour donner de l'émétique, en même temps qu'il y a élimination d'eau. Je me suis proposé de mesurer la chaleur dégagée dans cette réaction.

» J'ai commencé par déterminer la chaleur de formation du bitartrate de potasse. Pour y arriver, j'ai dissous dans l'acide chlorhydrique étendu ($1^{éq} = 4^{lit}$) un mélange à équivalents égaux de tartrate neutre de potasse hydraté et d'acide tartrique, ce qui a dégagé, vers 10°,

$$C^8H^4O^{10}, 2KO, 2HO \text{ sol.} + C^8H^6O^{12} \text{ sol.} + 5HCl \text{ diss.} (1^{éq} = 4^{lit}) \ldots \quad -3^{Cal},3 \times 2$$

puis, dans la même quantité d'acide, la quantité correspondante de bitartrate de potasse,

$$2(C^8H^4O^{10}KOHO) + 5HCl \text{ diss.} (1^{éq} = 4^{lit}) \ldots \quad -10^{Cal},3 \times 2$$

Ces deux expériences permettent de calculer la chaleur dégagée dans la réaction de l'acide tartrique sur le tartrate de potasse

$$C^8H^6O^{12} \text{ sol.} + C^8H^4O^{10}, 2KO \text{ sol.} = 2(C^8H^4O^{10}KOHO) \ldots \quad +2 \times 8^{Cal},0$$

On peut en déduire également que

$$C^8H^6O^{12} \text{ sol.} + KOHO \text{ sol.} = C^8H^4O^{10}KOHO \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol.} \ldots \quad +35^{Cal},1$$

» La réaction de l'acide tartrique sur le tartrate neutre de potasse dégage une quantité de chaleur considérable, absolument du même ordre que celle des bisulfates alcalins. On a, en effet,

$$KOSO^3 \text{ sol.} + SO^3HO \text{ sol.} = KOHO, 2SO \text{ sol} \ldots \quad +7^{Cal},5$$

» Pour mesurer la chaleur de formation de l'émétique, j'ai employé la même méthode; seulement, au lieu d'employer HCl étendu, qui ne peut convenir ici car il ne dissout pas l'émétique, je me suis servi d'une solution étendue d'acide fluorhydrique ($1^{éq} = 2K$). J'ai dissous, dans cet acide, un mélange à équivalents égaux de bitartrate de potasse et d'oxyde d'antimoine, ce qui a dégagé, vers 12°,

$$C^8H^4O^{10}KOHO + SbO^3 + 10HF (1^{éq} = 2^{lit}) \ldots \quad +0^{Cal},7$$

puis de l'émétique sec, ce qui dégage, pour

$$C^8O^4O^{10}KOSbO^3 + 10HF\ (1^{éq} = 2K) \ldots\ldots + 2^{Cal},25$$

les poids des diverses substances étant pris de manière à obtenir deux états finals identiques.

» On conclut de ces expériences que

$$C^8H^4O^{10}KOHO\ sol. + SbO^3\ sol. = HO\ sol. + C^8H^4O^{10}KOSbO^3\ sol. \ldots - 0^{Cal},85$$

» La réaction a lieu avec absorption de chaleur, ce qui semble prouver que l'oxyde d'antimoine n'est pas dans l'émétique au même titre que la potasse, malgré les différences que peuvent produire les énergies basiques relatives, car on a

$$C^8H^5O^{10}KOHO\ sol. + KOHO\ sol. = H^2O^2\ sol. + C^8H^4O^{10}, 2KO \ldots + 19^{Cal},1$$

» J'ai déterminé également la chaleur de dissolution, dans l'eau, de l'émétique anhydre et hydraté : l'expérience donne, vers 12°,

$$C^8H^4O^{10}KOSbO^3\ sol. + nH^2O^2\ liq. \ldots - 5^{Cal},1$$
$$C^8H^4O^{10}KOSbO^3HO + nH^2O^2\ liq. \ldots - 5^{Cal},3$$

» On en déduit que

$$C^8H^4O^{10}KOSbO^3\ sol. + HO\ sol. = C^8H^4O^{10}KOSbO^3HO \ldots - 0^{Cal},5$$

» L'hydratation de l'émétique se fait avec absorption de chaleur, à partir de l'eau solide; la même circonstance se rencontre dans l'hydratation des butyrates de soude, d'après M. Berthelot.

» Il faut avoir soin, lorsqu'on dessèche l'émétique, de ne pas dépasser 100°; si l'on fait la dessiccation vers 110° ou 120°, on trouve que l'émétique perd plus de 1 équivalent d'eau, et cette perte s'indique calorimétriquement avec une très grande netteté, car la chaleur de dissolution varie considérablement.

» Si l'on chauffe l'émétique vers 180°, jusqu'à ce qu'il ne perde plus de poids, il perd 2 équivalents d'eau, comme l'avait constaté M. Dumas. Il se forme un émétique anhydre, qui se dissout dans l'eau avec dégagement de chaleur,

$$C^8H^2O^8KOSbO^3\ sol. + nH^2O^2\ liq. \ldots + 0^{Cal},4$$

» On en déduit la réaction

$$C^8H^2O^8KOSbO^3\ sol. + H^2O^2\ sol. = C^8H^4O^{10}KOSbO^3\ sol \ldots + 4^{Cal},1$$

» J'ai vérifié l'identité de la solution ainsi produite avec celle que l'on

obtient en dissolvant l'émétique ordinaire dans l'eau. La chaleur de neutralisation par la potasse donne des nombres identiques. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Les spores du* Bacillus anthracis *sont réellement tuées par la lumière solaire*. Note de M. S. ARLOING, présentée par M. A. Chauveau.

« I. J'ai annoncé autrefois à l'Académie (*Comptes rendus*, deuxième semestre 1885, p. 511 et 535) que les spores du *Bacillus anthracis*, semées en petite quantité dans un bouillon transparent et clair, exposées ensuite à l'action des rayons du soleil (en juin et juillet), étaient tuées au bout de deux à trois heures.

» Cette assertion a causé quelque surprise, car on était habitué à accorder aux spores une énorme résistance aux causes de destruction.

» M. Nocard pensa que l'action des rayons solaires s'exerçait non pas sur les spores, mais sur le jeune mycélium issu de ces spores pendant la durée de l'insolation (voir *Recueil de Médecine vétérinaire*, 1885). M. Duclaux sembla partager l'opinion de M. Nocard, au moment où il publia son Livre : *Le microbe et la maladie* (voir p. 34 et 35). Enfin M. Strauss crut la vérifier complètement par l'expérience. Après avoir semé parallèlement des spores dans du bouillon et dans de l'eau distillée stérilisée, il exposa les ballons au soleil; au bout de huit heures d'insolation, les spores semées dans le bouillon étaient détruites, tandis que les spores insolées dans l'eau, transportées dans du bouillon nutritif, donnaient des cultures fécondes (*Société de Biologie*, 1886).

» Cette différence de résultat, dit M. Strauss, est facile à expliquer : dans de l'eau distillée, les spores, ne trouvant aucun aliment, demeurent immuables et incapables de végéter : elles continuent aussi à présenter, à l'égard de la lumière solaire comme à l'égard des autres agents, la résistance considérable qui est leur attribut essentiel. Placées au contraire dans un bouillon nutritif, les spores commencent à végéter : l'action des rayons solaires ne s'exerce donc plus sur la spore proprement dite, mais sur le bacille naissant.

» II. Depuis mes premières Notes, j'ai institué des expériences qui démontrent que le soleil détruit réellement les spores dans les conditions mêmes que j'avais signalées. Ces expériences consistent à maintenir les ballons fécondés avec des spores vigoureuses à des températures qui rendent impossible la germination des spores, pendant qu'on les soumet aux

rayons solaires. 1° Je féconde une série de ballons Pasteur. Je les expose au soleil de février : les uns sur un plateau de fonte émaillée, à la température maximum de 11°; les autres sur un bloc de glace. L'insolation dure cinq heures, pendant lesquelles la température intérieure des ballons déposés sur la glace n'a pas dépassé + 4°. Je porte ensuite tous les ballons dans une étuve à température eugénésique et je constate qu'ils sont tous stérilisés. 2° Je prépare des ballons semblables aux précédents et je les dépose immédiatement dans une étuve à porte vitrée dont la température est de + 52°. Les uns sont abrités derrière un écran opaque; les autres sont plongés dans les rayons solaires réfléchis par un héliostat. Quatre heures et demie plus tard, je les transporte dans une étuve à + 35°. Les ballons chauffés dans l'obscurité donnent, comme les témoins, une abondante végétation; les ballons insolés pendant l'échauffement sont stériles.

» Je ferai remarquer que la stérilité des ballons tient bien à la mort de la semence et non à l'altération du bouillon, car des spores identiques aux premières s'y développent très bien si on les sème à l'abri du soleil et à une température convenable.

» Ainsi, placées dans des conditions où il leur est impossible de donner un mycélium, les spores semées dans du bouillon sont stérilisées par le soleil en un temps très court, variable suivant la saison.

» III. Je viens de démontrer que, dans mes expériences comme dans celles de M. Strauss, la semence reste à l'état de spores. Pourquoi le soleil la détruit-il dans le premier cas et paraît-il la respecter dans le second? J'ai supposé qu'on ne pouvait expliquer cette différence qu'en invoquant une influence particulière du milieu liquide où sont répandues les spores. Celle de l'eau retarderait les effets destructeurs du soleil. J'ai vérifié la justesse de cette hypothèse par l'expérience suivante : des ballons sont garnis avec de l'eau distillée stérilisée et ensemencée avec des spores; deux sont déposés à l'obscurité pour servir de témoins; les autres sont exposés au soleil de février; on les retire successivement; on les additionne de bouillon nutritif et on les porte à l'étuve. Quand la série est épuisée, on verse du bouillon dans les ballons témoins et on les réunit aux précédents.

» Ceux-ci et les ballons insolés six et neuf heures donnent une abondante végétation; le ballon insolé douze heures fournit une végétation plus maigre; enfin les ballons insolés seize, vingt-quatre, vingt-sept et trente heures restent complètement stériles.

» Le soleil détruit donc aussi les spores dans l'eau; seulement il lui

faut plus de temps pour achever son œuvre dans ce milieu que dans le bouillon.

» Reste à connaître la nature de l'influence exercée par les écrans liquides qui peuvent être interposés entre les spores et le soleil; j'aborderai bientôt ce sujet. Dès maintenant, on prévoit quelques applications à l'hygiène du fait que j'ai établi. On conçoit qu'il y aura profit à laisser exposées aux rayons du soleil, sans végétation et sans abri, les régions où les spores des micro-organismes sont déposées ou sont ramenées en grand nombre à la surface du sol. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouvelle méthode d'atténuation du virus de la variole ovine. Conséquences pratiques.* Note de M. **P. Pourquier.**

« Dans la Note que j'ai présentée à l'Académie le 2 novembre 1885, je disais que, pour obtenir l'atténuation du virus claveleux, il suffisait d'inoculer ce virus à une série de sujets ayant eu la variole, ou ayant été vaccinés à une époque antérieure. Ce premier contage devait remonter au moins à trois ans.

» Ce fait est vrai, mais je dois reconnaître qu'il est peu pratique. Les besoins de l'alimentation permettent rarement de trouver des bêtes ovines ayant atteint l'âge nécessaire pour pratiquer la seconde inoculation : les sujets d'expérience sont rares. Il y avait donc nécessité de chercher un autre moyen d'atténuation plus pratique : je viens aujourd'hui soumettre à l'Académie le résultat de mes recherches.

» I. Dans mes premières expériences sur la variole ovine, je cherchai d'abord à établir à quel moment la clavelée inoculée avait produit son effet vaccinal. Pendant dix jours consécutifs, un même sujet était inoculé avec le même virus. L'incubation étant de trois jours, je vis que les six premières piqûres seules étaient le point de départ d'un processus inflammatoire. Les quatre premières arrivaient à l'état de pustules; les deux suivantes commençaient à évoluer, mais avortaient; les quatre dernières ne donnaient rien.

» Un fait me frappa : c'est que les quatre premières piqûres arrivaient à sécrétion en même temps, quoique inoculées à un jour, deux jours, trois jours et quatre jours d'intervalle; elles étaient, toutes les quatre, dans leur complet développement et en pleine sécrétion du quatorzième au quinzième jour du début de l'expérience. Il y avait donc inégalité dans la durée

de l'évolution : la première arrivait à sécrétion en quinze jours, la seconde en quatorze jours, la troisième en treize jours, la quatrième en douze jours. Cette inégalité dans la durée de l'évolution modifiait d'ailleurs les dimensions des pustules, dont les diamètres allaient en décroissant.

» Il ressortait de ces observations que, dès les premières vingt-quatre heures, la première inoculation avait déjà modifié le terrain ; la deuxième piqûre donnait une pustule plus petite que la première et évoluant en moins de temps. Cette influence s'accentuait les jours suivants : les autres inoculations successives donnaient naissance à des pustules diminuant de plus en plus de diamètre et évoluant en un temps de plus en plus court. L'immunité complète était acquise du sixième au septième jour : en effet, le sixième jour, on avait encore une papule; les jours suivants, rien.

» La première méthode d'atténuation consistait à inoculer la variole à des sujets ayant déjà eu la maladie ou ayant été vaccinés. Il nous paraît que nous venions de créer expérimentalement la condition nécessaire pour obtenir l'atténuation : les piqûres faites les deuxième, troisième, quatrième jours, etc., ne représentaient-elle pas des inoculations pratiquées sur un individu présentant une immunité relative, tendant à devenir absolue dès le sixième jour?

» Les expériences consécutives ont établi que ces prévisions étaient fondées. La pustule qui arrive à sécrétion dans le temps le moins long (douze jours) offre, en effet, un virus atténué. Pour démontrer cette atténuation, il faut d'abord fixer les caractères de la pustule, ce qui s'obtient en faisant passer le virus à travers une série d'organismes ([1]).

» Ainsi, pratiquons sur un sujet une série de dix inoculations avec le liquide de la pustule ayant évolué en douze jours, dans la première expérience. Nous obtenons une même série de pustules, ayant même diamètre, même durée d'évolution que dans cette première expérience, où nous étions parti du virus varioleux type. Nous avons donc quatre pustules, deux papules et quatre piqûres ne donnant rien. Dans cette nouvelle série, la piqûre du quatrième jour évolue en douze jours.

» Recommençons sur un nouveau sujet, avec le liquide de cette pustule du douzième jour, une série de dix ou de six inoculations (nous savons que les quatre dernières ne donnent rien). Dès lors, les caractères tendent à s'accentuer : nous n'aurons plus des pustules absolument semblables à celles de la première et de la seconde expérience; le premier terme de cette

([1]) Voir notre Note à l'Académie, du 17 janvier 1887.

nouvelle série de pustules présentera un diamètre moindre et évoluera en moins de quinze jours. Sur celles-ci, cependant, une évoluera en douze jours. Avec le liquide de cette dernière, répétons les inoculations sur un autre sujet : sur celui-ci, prenons encore la pustule ayant évolué en douze jours et transportons-la sur un nouvel organisme, et ainsi de suite, il arrivera un moment où la première inoculation arrivera toujours à sécrétion au douzième jour. La fixité est alors obtenue. Inoculons, en effet, sur un même sujet et en même temps, ce nouveau virus et le virus type : les deux virus vont évoluer parallèlement en conservant leurs caractères.

» On peut, par le même procédé, obtenir la fixité de caractères de pustules évoluant dans un temps donné, quatorze, treize, douze, onze, dix, neuf et même huit jours. L'expérience nous a démontré que, pour avoir une pustule donnant l'immunité, sans exposer l'animal à une éruption secondaire, il fallait prendre la pustule évoluant du onzième au douzième jour; les pustules évoluant en huit jours ne confèrent pas une immunité complète.

» Avec cette nouvelle pustule (du onzième au douzième jour) on peut donc inoculer un animal sans lui faire contracter la variole. L'animal, ainsi vacciné, mis au contact d'animaux varioleux, est devenu réfractaire : l'immunité est acquise : le virus est transformé en vaccin.

» Par cette méthode, nous avons une source indéfinie de vaccin.

» II. Nous sommes donc arrivé à atténuer un virus qui donne l'immunité, sans exposer à des pertes énormes parmi les vaccinés. Ce premier point obtenu, la vaccination claveleuse était possible, mais elle n'était pas à l'abri de toutes les objections adressées par l'Agriculture.

» On inocule, en effet, tous les jours, la clavelée à des troupeaux; les pertes sont plus ou moins grandes; on les supporte : mais un argument sérieux contre la clavelisation est la création, par celle-ci, de véritables foyers d'infection; les troupeaux inoculés deviennent un danger pour leurs voisins. Nous proposons un moyen qui remédie à ce grave inconvénient. Il suffit, pour cela, de pratiquer l'inoculation du virus atténué, à l'extrémité de la queue. La piqûre doit arriver à sécrétion en douze jours; le onzième jour, on coupe l'extrémité de la queue. Ces animaux sont dès lors vaccinés, car, mis au contact de varioleux, ils ne contractent pas la maladie; d'un autre côté, ils ne sont point une nouvelle source d'infection, puisque des animaux sains, mis en contact avec eux, restent indemnes. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points controversés de l'organisation des Oursins*. Note de M. **Henri Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note du 17 janvier 1887, M. Perrier émet des doutes sur les résultats que j'ai obtenus en étudiant le développement de l'appareil génital d'un Oursin: le jour où il publiera sur un Échinide des résultats contraires aux miens, avec dessins à l'appui, j'essayerai de les discuter.

» M. Perrier s'occupe aussi de quelques points controversés de l'organisation d'un Oursin adulte. Je demande à l'Académie de préciser brièvement quelques-uns des résultats intéressant la question. Ils m'ont été fournis par l'étude anatomique et embryogénique d'un *Cidaris* (*Dorocidaris*), prolongée pendant plusieurs années au laboratoire Arago.

» Il existe, chez cet animal, un système aquifère communiquant avec l'extérieur par l'intermédiaire du madréporite et formé de canaux revêtus d'un endothélium vibratile.

» En outre, on doit distinguer un appareil généralement appelé *système vasculaire sanguin, système vasculaire viscéral* (H.-Milne Edwards), *Blutgefässystem, Bloodvascularsystem,* et qu'il serait préférable de nommer *système viscéral vasculo-lacunaire;* car il est en grande partie et peut-être en totalité composé, non de vaisseaux, mais de lacunes interstitielles creusées dans le mésentère proprement dit et ses dépendances. Le vaisseau marginal interne n'est lui-même qu'une vaste lacune interstitielle.

» *Rapport des deux systèmes au niveau de leurs anneaux œsophagiens.* — Les deux anneaux sont étroitement accolés et engrenés, mais ne communiquent par aucune voie canalisée. *Un échange de courant entre les deux est impossible.*

» Les seuls échanges qui puissent se faire sont de nature osmotique, ou bien ils consistent, dans le passage de l'un à l'autre, d'éléments figurés amœboïdes, auxquels on ne doit pas refuser la faculté de pouvoir traverser la plupart des tissus de l'Oursin par une véritable *diapédèse*.

» *Rapport du système viscéral vasculo-lacunaire avec l'extérieur.* — Il n'existe, sous le madréporite, ni vaisseau, ni canal quelconque faisant communiquer le système viscéral avec l'extérieur.

» Qu'est-ce que le canal nommé par M. Perrier *canal excréteur de la glande ovoïde?* Ce n'est point une dépendance du système vasculo-lacunaire

viscéral, mais bien un annexe de l'appareil aquifère permettant à l'eau qui pénètre par le madréporite de venir se mettre au contact des parois de la glande. La pénétration du milieu extérieur au contact des tissus dans lesquels se produisent les éléments figurés est la règle chez les Échinides et, par conséquent, peut être considérée comme indispensable à l'accomplissement de ce phénomène. Aucun échange ne peut se faire entre ce canal et le contenu du réseau intersticiel viscéral distribué aux parois de l'organe ovoïde; un épithélium continu s'y oppose.

» M. Perrier semble me reprocher de ne pas l'avoir formellement contredit au sujet de la fonction excrétrice qu'il a attribuée à la glande ovoïde des Oursins. A la vérité, si je ne l'ai pas fait lorsque j'ai dit qu'on devrait considérer, en outre, cet organe comme le lieu de production de jeunes éléments figurés, c'est qu'il me paraît impossible d'affirmer qu'il ne se produit pas dans la glande ovoïde d'un Oursin adulte des phénomènes d'excrétion, soit accessoirement, soit comme conséquence de la production des globules figurés. Quant à l'expression de *canal excréteur*, empruntée au même auteur, je la remplacerai volontiers par celle de *conduit aquifère annexe*.

» Le contenu du système aquifère est mis en mouvement par la vibration de l'endothélium des vaisseaux. Celui du système viscéral vasculo-lacunaire ne peut se mouvoir en masse que par une sorte de *vis a tergo* provenant de la réplétion des absorbants intestinaux. L'eau extérieure ne prend aucune part au transport des matières dirigées par ce dernier système.

» Il n'y a pas chez les *Cidaris* un appareil unique d'irrigation normalement parcouru par un même courant.

» Les deux systèmes de canaux et de lacunes dont il vient d'être question concourent, chacun pour leur part, à l'entretien du fluide périviscéral. Celui-ci, la chose est connue de longue date, circule activement autour des viscères; mais ce qui nous semble moins connu, c'est que la membrane recouvrant l'appareil masticateur, ou lanterne, isole, dans la cavité générale, une deuxième cavité absolument séparée de la première.

» Chez les Échiniens, la portion du liquide périviscéral ainsi isolée circule et respire dans les branchies externes, qui ne servent, dès lors, que d'une façon médiate à la respiration du fluide nourricier extérieur à la lanterne. On sait que chez les Cidaridiens les branchies externes font défaut, et l'on connaît l'existence de cinq appendices volumineux, flottant dans la cavité générale, formés par la membrane enveloppant la lanterne et rappelant la forme des branchies externes. Ces appendices, au contact desquels le milieu extérieur ne peut arriver, paraissent jusqu'ici spéciaux

aux Cidaridiens et ne peuvent pas être considérés comme fonctionnellement homologues des branchies externes des Échiniens.

» A mon avis, on doit les regarder comme des organes chargés d'une fonction équilibrante entre le liquide de la lanterne et le liquide périviscéral qui lui est extérieur. L'équilibre qu'ils maintiennent n'est pas un équilibre de pression, mais bien un équilibre qui se traduit par l'égale répartition, au dedans et au dehors de la lanterne, de tous les principes essentiels au fluide périviscéral et qui peuvent s'échanger par voie osmotique. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la glande à concrétions du* Cyclostoma elegans. Note de M. **P. Garnault**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Il existe chez le *Cyclostoma elegans*, dans la région dorsale, au-dessous du corps de Bojanus, et accolé à l'intestin, un organe problématique, que l'on a appelé la *glande à concrétions*. Elle fut découverte par Brard, qui y reconnut la présence de corpuscules nombreux, qu'il crut de nature calcaire. Claparède, le premier, a fait une bonne étude des concrétions, mais sans décrire leur mode de formation. Il trouva dans les concrétions une substance organique qu'il ne put définir, mélangée à du carbonate de chaux. Barfurth a constaté que cette substance était de l'acide urique; de plus, n'ayant pu retrouver ce corps dans l'organe de Bojanus, il en conclut que la glande à concrétions est, au point de vue physiologique, le véritable rein. Là s'arrêtent toutes les notions que nous possédons sur cet organe, qui paraît n'exister que dans le seul genre *Cyclostoma*.

» Ayant entrepris des recherches sur cette glande, j'ai dû tout d'abord en faire l'étude anatomique et histologique. Elle est constituée par de nombreux tubes réunis en bouquets, qui sont reliés au tube digestif par du tissu conjonctif lâche et entourés d'un lacis vasculaire très riche et facile à injecter. J'ai pu me convaincre, par des injections poussées dans l'intestin lié près de l'estomac, que la glande à concrétions ne communique pas avec cet organe. L'examen le plus minutieux m'a conduit à affirmer qu'il n'existe dans la glande aucun canal excréteur, au moins chez l'adulte.

» J'ai pu suivre le développement des concrétions dont les centres formateurs apparaissent dans des cellules, agglutinées ultérieurement par un dépôt d'acide urique. Je me suis assuré également que les concrétions se résorbent dans des conditions encore mal déterminées. De grandes vési-

cules claires, que l'on trouve dans les tubes dont j'ai parlé, représentent les derniers restes de ces éléments.

» Antérieurement à la publication de la Note de Barfurth, j'avais constaté la présence de l'acide urique dans les concrétions, qui contiennent en outre du carbonate et du phosphate de chaux en très petite quantité.

» Fait remarquable et constant, les tubes de la glande sont bourrés de bacilles, qui s'y trouvent en quantité prodigieuse. Ils remplissent entièrement la cavité des tubes, dont les parois sont tapissées par les éléments cellulaires et les concrétions. L'existence de ces bacilles, dans une glande close de toutes parts, devait naturellement appeler toute mon attention. Je l'ai constatée dans des centaines d'animaux venant d'être capturés; je puis donc affirmer que leur présence est normale chez le *Cyclostoma elegans* et aussi chez le *Cyclostoma sulcatum* d'Algérie.

» Je ne saurais, quant à présent, expliquer la présence de ces bacilles; mais j'ai lieu d'espérer que l'étude du développement embryogénique de la glande me fournira la solution de ce fait extraordinaire. Quoi qu'il en soit, la glande à concrétions paraît être un organe dans lequel l'acide urique se dépose et se résorbe. Cette substance doit être reprise par le sang et éliminée ensuite sous une autre forme par le corps de Bojanus, où, comme l'a dit Barfurth, on ne la retrouve pas. Mais on ne peut conclure avec cet auteur que la glande à concrétions soit un rein au point de vue physiologique. Un organe, pour mériter ce nom, doit séparer de l'organisme des substances destinées à n'y plus rentrer, ce qui n'est pas le cas pour la glande à concrétions, qui n'a pas de canal excréteur. Le corps de Bojanus, qui, ici comme chez les autres Mollusques, possède un canal par lequel sont éliminées des concrétions spéciales, mérite seul le nom de rein et, s'il ne contient ni acide urique, ni guanine, ni xanthine, il n'est pas douteux qu'il contienne d'autres produits d'excrétion.

» Il est probable que les bacilles, qui se trouvent en si grande quantité dans l'intérieur de la glande, sont liés par leurs conditions d'existence au fonctionnement de cet organe. Ces bacilles doivent contribuer au dépôt ou à la résorption de l'acide urique. Il serait intéressant de les cultiver et de rechercher si, dans des milieux appropriés, ils fabriquent ou détruisent l'acide urique. J'ai déjà pu arriver à en obtenir des cultures pures par la méthode de Koch, et je ne désespère pas de parvenir à déterminer expérimentalement leur rôle physiologique dans la glande. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur la structure et le développement des kystes de l'*Echinorhynchus angustatus *et de l'*E. proteus. Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Dans un Mémoire sur l'organisation et le développement des Échinorhynques [1], M. Mégnin a étudié la structure des kystes d'Échinorhynques trouvés dans un Combattant, dans des Varans et dans le Barbeau. D'après cet observateur, les larves enkystées présentent : un canal buccal qui s'ouvre à l'extérieur et qui, après un court trajet, se dilate en une ampoule pharyngienne au fond de laquelle se montrent deux ouvertures dans lesquelles viennent déboucher deux longs tubes à parois épaisses, beaucoup plus longs que le corps, ainsi que le montrent les anses qu'ils forment et leur extrémité repliée. Cet appareil digestif, si développé chez la larve, est destiné à s'atrophier presque complètement; chez l'adulte, les deux tubes considérablement raccourcis constituent ces organes caractéristiques des Échinorhynques, les lemnisques, dont la signification n'avait pas encore été reconnue. Cette observation, ajoute M. Mégnin, doit faire rapprocher ces Helminthes des Trématodes, et les éloigner des Nématodes avec lesquels on avait de la tendance à les ranger.

» La description donnée par M. Mégnin se rapporte aux kystes trouvés chez le Varan, mais les larves qu'il avait rencontrées chez le Combattant et le Barbeau présentaient la même organisation.

» Or, en étudiant chez le Barbeau les kystes qu'on trouve en si grande abondance dans le péritoine de ce poisson, chez lequel on rencontre toujours des *E. angustatus* et *proteus*, je suis arrivé à des résultats différents de ceux de M. Mégnin. Les kystes les plus petits, dont le diamètre ne dépasse pas quelques dixièmes de millimètre, apparaissent sous forme de petits points blancs, à la surface de l'intestin ou du péritoine. Ils présentent une enveloppe épaisse formée de plusieurs lames concentriques d'un tissu conjonctif riche en noyaux, entourant une masse centrale granuleuse formée par la réunion d'un grand nombre de petites cellules, à contours indistincts, et dont les noyaux ont une taille très exiguë. Cette masse cellulaire, sphérique dans les plus jeunes kystes, devient ovoïde, puis se différentie dans les kystes un peu plus âgés pour donner naissance à une

---

[1] *Bulletin de la Société zoologique de France*, t. VII; 1882.

trompe d'Échinorhynque sur laquelle apparaissent les crochets caractéristiques. Les crochets se montrent d'abord dans la partie qui correspond à l'extrémité antérieure de la trompe, puis se forment successivement d'avant en arrière. Bientôt on voit apparaître à l'extrémité postérieure de la trompe un petit bourgeon qui s'allonge peu à peu, mais sans s'élargir, et qui refoule souvent devant lui la paroi du kyste, lequel présente alors extérieurement une bosselure ou une proéminence plus ou moins marquée. Dans certains de ces kystes, on trouve en arrière de la trompe un élargissement annulaire analogue à celui qu'on connaît dans la tête de l'*E. proteus* adulte. Le prolongement qui fait suite à la trompe est creux, et il renferme un cordon central, le cordon génital. Les coupes montrent que la trompe développée dans ces kystes offre une structure analogue à celle de la trompe chez l'adulte. L'organisme ainsi formé dans le kyste présente donc une région antérieure bien développée et ressemblant d'une manière étonnante à la tête d'un Échinorhynque adulte, et une région postérieure réduite à un prolongement très grêle, arrondi et un peu renflé à son extrémité, beaucoup plus étroit que la trompe, dont il paraît n'être qu'un appendice peu important. La longueur de cet appendice est variable : elle peut être le double de celle de la trompe.

» J'ai examiné un grand nombre de Barbeaux renfermant chacun plusieurs milliers de kystes et je n'ai rencontré qu'un seul kyste, un peu plus gros que les autres, qui renfermât un animal pourvu de lemnisques : ils prenaient naissance en arrière de la trompe, s'étendaient jusqu'à une certaine distance de l'extrémité du prolongement postérieur et présentaient la même structure que chez l'adulte. Les lemnisques, lorsqu'ils existent dans ces kystes, doivent donc faire leur apparition fort tard.

» Quelle est la destinée de ces kystes? Lorsqu'on choisit les kystes les plus gros pour en reconnaître la structure, on s'aperçoit bien vite qu'un petit nombre d'entre eux seulement présentent des éléments intacts et une consistance qui permette de les débiter en coupe. Presque tous les kystes un peu volumineux ont une coloration jaune assez foncée; ils sont durs et se laissent écraser difficilement et couper plus difficilement encore. Le rudiment d'Échinorhynque paraît avoir subi une dégénérescence particulière qui le rend dur et cassant; la forme générale est encore conservée, mais les tissus ne présentent plus d'éléments distincts et sont transformés en une substance colorée en jaune et d'apparence vitreuse.

» Si l'on remarque que le plus grand nombre des kystes qui ont atteint une certaine taille subissent ou ont subi cette dégénérescence particulière,

on est obligé d'admettre que le petit Échinorhynque qui avait commencé à s'y développer ne peut dépasser un certain état; qu'arrivé à ce stade, il doit fatalement périr, et qu'alors ses tissus tombent en dégénérescence et se désorganisent.

» Or les Échinorhynques qu'on trouve dans le tube digestif du Barbeau, fixés dans les parois de l'intestin, proviennent incontestablement de larves dont les premiers développements se sont effectués dans un *Gammarus* ou un *Asellus*. J'ai recueilli, fixés à la muqueuse intestinale du Barbeau, des Échinorhynques de toutes tailles, depuis des individus de 1^{mm} ou 2^{mm} de longueur jusqu'aux plus grandes. Il me paraît donc impossible d'admettre que les kystes qu'on trouve dans le péritoine sont des larves enkystées qui atteindraient leur développement complet en arrivant dans l'intestin, ou, en d'autres termes, que les kystes sont une phase de développement *nécessaire* des animaux qui, à leur état adulte, se fixent à la face interne de la paroi intestinale. On ne s'expliquerait pas comment ces larves se débarrasseraient de leur enveloppe et pénétreraient dans l'intestin. D'ailleurs, nous avons vu que les kystes ne dépassaient pas une certaine grosseur, et qu'à un moment donné leur contenu tombait en dégénérescence.

» Les Échinorhynques fixés dans le tube digestif ne proviennent donc pas des kystes qui subissent un commencement de développement dans le péritoine. Mais quelle est l'origine de ces kystes? C'est ce que je ne puis encore m'expliquer. Proviennent-ils de larves formées dans le *Gammarus* qui, au lieu de se fixer à l'intestin du Barbeau, en traversent les parois et viennent s'égarer dans la cavité abdominale, où ils s'enkystent? Quelle que soit l'origine des *germes* d'Échinorhynques qui arrivent au milieu du péritoine chez le Barbeau, leur étude est intéressante, puisqu'elle nous fournit l'exemple d'un parasite qui subit un commencement de développement dans un animal qui *devrait* être son hôte définitif, mais qui, ne trouvant pas de conditions favorables à son évolution dans la région où il se trouve, s'arrête en route et périt avant d'avoir atteint l'état adulte, et ordinairement avant même d'avoir acquis les lemnisques. »

ZOOLOGIE. — *Sur la nourriture de la Sardine*. Note de MM. **G. Pouchet** et **J. de Guerne**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La diminution du nombre des Sardines sur la côte bretonne depuis cinq ans, la crise industrielle qui en résulte et dont l'administration de la

Marine se préoccupe actuellement à juste titre, donnent un réel intérêt à tout ce qui touche les conditions d'existence d'une espèce animale encore peu connue malgré son importance économique.

» Au cours de sa dernière campagne scientifique, S. A. le Prince Albert de Monaco dut relâcher à la Corogne, par suite du mauvais temps. C'est une opinion courante en Galice que la Sardine cherche dans les sinuosités de la côte un abri contre la tempête. Une pêche fructueuse eut lieu dans la baie, pendant le séjour du yacht *l'Hirondelle*. Grâce à l'obligeance de MM. Maristany, l'un de nous put recueillir, dans des conditions satisfaisantes, un certain nombre de viscères de Sardines; quelques poissons entiers furent également conservés.

» D'autre part, des matériaux réunis au Laboratoire maritime de Concarneau depuis plusieurs années, ainsi que diverses études antérieures sur la faune pélagique, nous permettent de grouper dans une vue d'ensemble certains faits relatifs à l'alimentation de la Sardine et à l'influence que celle-ci *peut* exercer sur sa présence dans le golfe de Gascogne.

» A Concarneau, l'estomac de Sardines prises le 17 juin 1882 renferme uniquement des Copépodes appartenant aux espèces les plus grandes des mers d'Europe : *Pleuromma armata* Boeck, *Calanus finmarchicus* Gunner (1). Ce sont des Crustacés de haute mer, que l'on rencontre parfois au large en quantités considérables, mais qui ne se montrent jamais en grand nombre à proximité du rivage. Lorsqu'ils s'y présentent en abondance exceptionnelle, ils constituent ce que les pêcheurs bretons appellent la *boët rouge* (en celtique *bouèd,* nourriture et aussi appât). Celle-ci correspondrait exactement, sauf peut-être l'identité de toutes les espèces, au *Rödaat,* qui paraît attirer le Hareng d'été (*Sommersild*) sur les côtes de la Norvège.

» En juillet, août et septembre, dans les parages de Concarneau, nos préparations nous montrent la Sardine absorbant une nourriture variable suivant la composition de la faune ou de la flore pélagique. Des êtres très divers se trouvent dans les estomacs avec les Copépodes. Ceux-ci ne sont plus des formes de haute mer : ils appartiennent pour la plupart à la famille des *Harpacticidæ; Euterpe gracilis* Claus doit être signalé entre autres espèces. Mêlés aux débris de ces Copépodes, on remarque un grand nombre de Cladocères du genre *Podon* (*P. minutus* G.-O. Sars), que l'on

(1) On remarquera que tous les Entomostracés cités dans cette Note sont signalés pour la première fois sur les côtes océaniques de France ou d'Espagne.

obtient rarement dans les pêches pélagiques faites à la surface. En dehors de ces Entomostracés, nous avons reconnu dans plusieurs estomacs des embryons et des œufs de petits Crustacés, des soies d'Annélides jeunes et adultes, des enveloppes d'Infusoires de la famille des *Tintinnodea*, des spicules de Radiolaires, quelques *Peridinium divergens* Ehr., un grand nombre de *cornes* de *Ceratium* écrasés, et quelques débris d'origine végétale. Nul doute que beaucoup d'êtres trop délicats pour laisser dans l'appareil digestif une trace reconnaissable soient également absorbés. La Sardine ne fait choix en aucune façon des matières animales, et il peut même arriver que sa nourriture soit exclusivement composée de végétaux microscopiques. Ainsi, en juillet 1874, à Concarneau, l'attention de l'un de nous fut appelée par un industriel distingué du pays, M. B..., sur la coloration vert jaunâtre du contenu de l'intestin des Sardines, qui se trouva formé uniquement de diatomées. Un fait important à noter, c'est que les estomacs remplis de *rogue* (œufs de Morue servant d'appât) contiennent d'ordinaire très peu d'aliments, d'où l'on peut conclure que la Sardine ne *travaille*, suivant l'expression des pêcheurs, que lorsqu'elle est à jeun.

» A la Corogne, où la Sardine n'est point pêchée à l'appât, où elle est gardée vivante en masse compacte pendant plusieurs jours dans des filets spéciaux, nous voyons de nombreuses écailles arrêtées entre les arcs branchiaux et parfois descendues jusque dans l'estomac. Quelques *Podon minutus* s'y trouvent également avec des Copépodes (*Euterpe gracilis* Claus, *Ektinosoma atlanticum* G.-S. Brady) et des embryons de Gastéropodes. Un Trématode microscopique (*sp. nov.* ou état larvaire?), qu'on rencontre souvent à Concarneau dans les pêches pélagiques et même fixé sur les Noctiluques, paraît très fréquent dans l'estomac des Sardines à la Corogne. Nous en trouvons jusqu'à cinquante individus dans un seul poisson. Le fait sera d'autant plus remarqué que la Sardine paraît d'ordinaire exempte de parasites.

» Mais l'intérêt principal des viscères provenant de la Corogne est dans l'abondance extraordinaire des Péridiniens qui les remplissent. Ils appartiennent à deux types : *Peridinium divergens* Ehr. et *P. polyedricum* Pouchet. Ce dernier, qu'on n'avait signalé jusqu'à ce jour que sur les côtes de Provence, comble littéralement le tube digestif de nos Sardines. On en retrouve jusque dans le rectum la trace parfaitement reconnaissable aux plaques ponctuées du test.

» Ces Péridiniens, de dimensions diverses, mesurent en moyenne 36 μ de diamètre, ce qui nous donne, en ramenant *P. polyedricum* à la forme sphé-

rique, dont il s'éloigne d'ailleurs assez peu, pour volume d'un individu près de 25 000 μ cubes. La capacité de l'intestin (non compris l'œsophage, l'estomac et son cul-de-sac), chez les Sardines que nous avons sous les yeux, pouvant être évaluée à 1^{cc}, on voit qu'elle correspond au volume de *quarante millions* de Péridiniens. Si l'on tient compte des interstices qui existent forcément entre des corps sphériques juxtaposés, le chiffre se réduit à peu près de moitié. Mais ce nombre de *vingt millions* doit être considéré comme un minimum, car les Péridiniens s'écrasent rapidement dans le tube digestif, où les plaques du test vont se tassant de plus en plus.

» Les observations qui précèdent, poursuivies en plusieurs points des côtes océaniques, montrent que l'alimentation de la Sardine est susceptible de varier suivant les circonstances. La présence de ce poisson dans le golfe de Gascogne, si l'on admet qu'elle soit influencée par la nourriture plutôt que par toute autre condition de milieu (température, salure, etc.), ne paraît dépendre de l'abondance d'aucune espèce animale ou végétale particulière, et encore moins de l'arrivée très problématique, sur les côtes d'Europe, de détritus venus d'outre-mer. »

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le mode de formation des monstres doubles*. Note de M. **Camille Dareste**.

« La question de la formation des monstres doubles, bien qu'elle ne soit pas encore complètement résolue, par suite de la très grande difficulté du sujet, a fait cependant dans ces dernières années des progrès considérables. Nous savons aujourd'hui, et j'ai, pour ma part, contribué à ce résultat, que les monstres doubles se produisent toujours sur une cicatricule unique. Mais ce premier fait obtenu, il fallait aller plus loin; et, pour cela, il fallait étudier la question, non plus dans son ensemble, mais dans chaque forme particulière de la monstruosité double.

» J'ai constaté, depuis longtemps, que certains types de la monstruosité double résultent de l'union et de la fusion plus ou moins complète de deux corps embryonnaires produits sur une cicatricule unique. Ce fait est parfaitement évident pour les Céphalopages et les Métopages, dans lesquels l'union se fait uniquement par les têtes. Il l'était beaucoup moins pour les monstres sycéphaliens (Janiceps, Iniopes et Synotes) et pour les Déradelphes. Et cependant, là aussi, j'ai pu suivre, dans un grand nombre de cas, la manière dont s'opère la fusion complète de deux corps embryon-

naires primitivement isolés, bien qu'étant médiatement unis par les aires vasculaires.

» Mais il est des monstres doubles auxquels ces explications ne s'appliquent point : ce sont les monstres que j'ai désignés jadis sous le nom de *monstres par union latérale*, désignation inexacte, parce qu'elle n'exprime qu'une apparence et non une réalité, comme j'en suis actuellement convaincu. Ces monstres ne sont que partiellement doubles, tantôt antérieurement, tantôt postérieurement, et parfois, mais plus rarement, antérieurement et postérieurement, avec l'unité de la région médiane.

» Ces monstres sont très rares chez les Oiseaux. J'en ai rencontré seulement trois dans le cours de mes recherches. Ils se produisent au contraire assez fréquemment dans les Poissons, à la suite des fécondations artificielles. J'ai eu rarement occasion de les étudier par moi-même ; mais j'ai pu mettre à profit pour mes études les travaux de plusieurs physiologistes.

» L'examen de toutes ces observations m'avait conduit, il y a dix ans, à supposer que ces monstres se forment par une union très précoce, tantôt antérieure à la formation de la ligne primitive, et tantôt immédiatement postérieure. Un examen plus attentif de cette question me conduit à admettre que ces monstres apparaissent d'emblée sur le blastoderme, avec tous les faits d'organisation qui les caractérisent, et qu'ils contiennent en eux-mêmes, dès leur origine, le principe de leur évolution tératologique. L'être monstrueux, primitivement simple dans la région médiane, se compléterait à un certain moment par la formation d'éléments doubles, tantôt dans la région antérieure, tantôt dans la région postérieure, et parfois aussi simultanément dans ces deux régions.

» Il semblerait au premier abord que cette théorie ne serait que la reproduction d'une théorie tératogénique très soutenue aujourd'hui, et qui explique ces monstruosités doubles par la division partielle et accidentelle d'un embryon primitivement simple. Mais la théorie que je soutiens est tout autre. Mes expériences m'ont appris que l'on ne produit pas artificiellement les monstres doubles, en modifiant les conditions de l'incubation. La division partielle d'un embryon primitivement simple n'est qu'une apparence. L'évolution ne fait que réaliser une organisation qui existait virtuellement dans le germe.

» Dans l'état actuel de la science, nous ne connaissons pas les caractères matériels qui distinguent les germes produisant les êtres simples, et les germes produisant des monstres doubles. Toutefois, l'étude des faits nous conduit à voir que le germe peut contenir deux foyers de formation

embryonnaire. C'est ce qui arrive dans la formation des jumeaux uni-vitellins et dans celle des monstres doubles produits évidemment par l'union de deux corps primitivement distincts. Dans les monstres partiellement doubles et partiellement simples, ces deux foyers de formation embryonnaire doivent se confondre en un seul. L'organisation qui se produit alors par l'évolution d'un tel germe contient toujours en plus ou moins grand nombre les éléments de deux êtres.

» Ainsi donc, dans ces monstres doubles, comme dans les autres, il y aurait toujours dualité initiale et fusion consécutive. Mais, tandis que dans certains monstres doubles l'union et la fusion ne se produisent qu'à une époque déterminée de l'évolution, dans d'autres, la fusion se produit à une époque très précoce de la formation du germe; car nous devons supposer qu'elle est antérieure à la segmentation.

» J'ai émis depuis longtemps l'opinion que l'état particulier de la cicatricule qui produit deux foyers de formation embryonnaire, et par suite les diverses formes de la monstruosité double, pourrait se rattacher à quelque condition, encore inconnue, de la fécondation. Je me fondais surtout sur ce fait que, chez les Poissons, les monstres doubles se produisent fréquemment dans les œufs fécondés artificiellement. Des renseignements que j'ai recueillis sur cette question m'ont appris que la fréquence des monstres doubles varie suivant les méthodes employées, et qu'elle est plus grande avec la méthode sèche qu'avec la méthode humide.

» L'explication de ce rôle probable de la fécondation dans la production des monstres doubles est peut-être dans les observations de MM. Hertwig, Fol et Selenka, sur les modifications qu'éprouve le spermatozoïde lorsqu'il a pénétré dans l'ovule, et sur la formation du noyau mâle. Dans l'état normal, un seul spermatozoïde doit intervenir. La pénétration de deux spermatozoïdes dans l'ovule déterminerait la formation de deux noyaux mâles. Ces deux noyaux seraient-ils l'origine des deux foyers de formation embryonnaire? La question doit être posée. Nous devons espérer que l'expérience la résoudra bientôt. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les variations de composition des porphyrites carbonifères du Renfrewshire (Ecosse).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 828), j'ai signalé les intéressantes variations de structure observées dans un filon de diabase carbonifère de la rive droite de la Clyde (Ecosse), diabase passant sur ses

salbandes à la porphyrite. J'appellerai aujourd'hui l'attention sur les variations de composition minéralogique des *porphyrites* carbonifères du Renfrewshire.

» La construction du chemin de fer de Glasgow à Greenock (rive gauche de la Clyde) a nécessité autrefois le creusement d'un tunnel, près de Bishopton. Une quantité considérable de déblais de roches porphyritiques a été retirée de ce tunnel : j'ai recueilli, sur place, les matériaux d'une étude dont j'ai l'honneur de présenter les premiers résultats à l'Académie.

» Il semble que l'emplacement du tunnel de Bishopton ait été le siège de l'une des bouches des nombreux volcans qui, à l'époque carbonifère, ont couvert la région de leurs laves. Les tufs, formés de produits de projections bulleux et scoriacés, les coulées de roches massives, la composition pétrographique de ces matériaux permettent d'établir une grande analogie entre le mode d'épanchement de toutes ces roches et celui des laves rejetées par les volcans actuels.

» Parmi les nombreux échantillons examinés, on trouve tous les passages entre la roche microlithique réduite à sa simplicité extrême et le mélaphyre labradorique ne renfermant presque plus de matière vitreuse.

» C'est dans les produits de projection les plus scoriacés qu'il faut chercher les types les plus simples et à la fois les plus acides de la série. On n'y observe que des microlithes d'oligoclase peu nombreux et noyés dans un verre brunâtre fortement altéré et chargé d'hématite (*porphyrite andésitique*).

» Parmi les porphyrites vacuolaires, deux types sont à noter. Le premier est caractérisé par l'apparition de grands cristaux d'oligoclase : le magma amorphe est très réduit, le fer oxydulé abondant (*porphyrite andésitique à oligoclase*). L'apparition du labrador, puis la disparition de l'oligoclase conduisent au second type plus basique que le premier et renfermant les éléments suivants :

» I. Fer oxydulé, labrador;

» II. Microlithes de labrador, de pyroxène et de fer oxydulé;

» Cette *porphyrite labradorique et augitique à labrador* est caractérisée par ses microlithes de labrador et de pyroxène. On rencontre souvent des termes intermédiaires entre les deux types précédents, dans lesquels oligoclase et labrador sont associés dans I et dans II.

» Enfin le terme extrême de la série est réalisé par l'apparition de l'olivine et du pyroxène en grands cristaux : on trouve alors la composition suivante :

» I. Fer oxydulé, olivine, pyroxène;

» II. Microlithes de labrador, de pyroxène, de fer oxydulé.

» Ce *mélaphyre labradorique* est de beaucoup le plus abondant; il forme des coulées épaisses. C'est lui qui a été étudié par Allport dans son travail sur les dolérites carbonifères de l'Angleterre ([1]).

» Les infiltrations aqueuses minéralisées par leur passage au milieu des roches feldspathiques de cette région bouleversée pendant longtemps par des phénomènes volcaniques ont laissé déposer dans les vacuoles des porphyrites une grande quantité de zéolithes.

» Les zéolithes calciques dominent. La prehnite et l'analcime sont fréquemment associées, la prehnite a cristallisé la première et tapisse de ses masses mamelonnées les vacuoles, dont le remplissage est terminé par l'analcime d'abord, puis par de la calcite lamellaire. La *thomsonite* et la *laumonite* sont plus rarement associées à l'analcime.

» Quant à la stilbite et à la heulandite, si abondantes dans quelques localités voisines : Kilpatrick (rive droite de la Clyde), Kilmacolm, etc., je n'ai pu les rencontrer à Bishopton.

» Ces porphyrites renferment un certain nombre de minéraux d'importance secondaire et de nombreux produits de décomposition (chlorite, hématite, etc.), qui ne sont cités ici que pour mémoire, le but de cette Note étant d'insister sur la nature franchement volcanique de ces roches et sur leurs variations d'acidité. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les associations minérales du basalte de Prudelles, près de Clermont-Ferrand.* Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« J'ai signalé, dès 1873, l'existence de petits cristaux de christianite dans les vacuoles du basalte exploité à l'ouest de Prudelles, au voisinage immédiat de la route de Clermont-Ferrand au mont Dore, à peu de distance du hameau de la Baraque. Les cristaux de christianite, d'un très petit volume, paraissaient fort rares dans la roche; ils étaient accompagnés d'une matière compacte verdâtre, voisine, par sa composition, de la laumontite. A ces deux minéraux se joignaient quelques petits rhomboèdres de calcite réunis en agglomérations globulaires; de jolies aiguilles limpides d'aragonite, présentant la combinaison de forme $m e^1 e^{\frac{1}{6}} \left(b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}\right)$ (il s'est

([1]) *Journal of the geological Society*, p. 529; 1874.

trouvé plus tard de beaux échantillons de ces cristaux, simples ou maclés, dans les basaltes coupés, un peu au-dessous de Prudelles, par la ligne du chemin de fer de Clermont-Ferrand à Pontgibaud); enfin, de petits globules de mésole ou de puflérite disséminés sur les cristaux de christianite, et de petites masses de magnétite recouvertes par ces derniers.

» En somme, l'espèce dominante de ces associations était la christianite, très répandue, d'ailleurs, comme je l'ai montré, dans la plupart des roches basaltiques du Puy-de-Dôme et de la Loire, et que, probablement, les anciens minéralogistes du pays n'ont pas distinguée de la mésotype, ou ont comprise sous la dénomination vague de *zéolite*.

» Ces dernières années, de nouvelles carrières ouvertes à quelques centaines de mètres des premières, et situées au-dessus de l'angle de la route qu'on nomme *le Grand-Tournant*, ont fourni aux chercheurs une assez grande quantité de bons échantillons; c'est encore la christianite qui est le minéral dominant; elle couvre immédiatement de ses enduits cristallins à pointements tétraèdres d'assez grandes vacuoles, sans que la roche paraisse offrir la moindre altération, alors que, au contraire, le basalte du puy de Marman montre, tout autour des géodes de mésotype, une modification évidente; de telle sorte que, tandis qu'à Prudelles la zéolitification paraît s'être produite par l'apport exclusif d'éléments étrangers à la roche, à Marman, au contraire, celle-ci semble y avoir contribué en fournissant certains éléments tirés de sa propre substance. Ce phénomène a même eu, à Marman, deux stades bien marqués; car, sur des cristaux de mésotype altérée, j'ai observé de petits cristaux fort nets de christianite et de phacolite, et la mésotype est souvent recouverte de concrétions calcaires, ou même de rhomboèdres e^1 de calcite et d'aiguilles d'aragonite.

» Le basalte de Prudelles renferme çà et là des masses blanchâtres vacuolaires, tapissées de cristaux de christianite. Au milieu de ces masses de matière zéolitique amorphe, on reconnaît des parties lamelleuses d'un minéral feldspathique, de couleur blanche ou brun clair, présentant parfois des stries fines qui indiquent un plagioclase; les contours de ce minéral sont arrondis, et il est évidemment altéré. On peut dire, pour employer une expression imagée de von Lasaulx (*in litteris*), qu'ici les zéolites ont pris naissance et se sont développées sur les cadavres des feldspaths.

» Mais, à côté de cette christianite, si disséminée dans les laves anciennes de l'Auvergne, du Forez et du Vivarais, j'ai reconnu récemment deux autres minéraux dans ce même basalte de Prudelles : je veux parler de l'apophyllite et de la chabasie.

» C'est sur des échantillons qu'à ma demande a bien voulu recueillir un professeur du Pensionnat des Frères de la Doctrine chrétienne, à Clermont-Ferrand, le frère Adelphe, que j'ai reconnu les deux minéraux dont il s'agit plus spécialement dans cette Note. A la vérité, ni l'une ni l'autre de ces deux espèces ne sont absolument nouvelles pour le Puy-de-Dôme; car M. de Laizer avait observé dans les tubes des friganes du calcaire siliceux du puy de la Piquette, au-dessous du Crest, de petits cristaux octaédriques, que Dufrénoy décrivit comme appartenant à l'apophyllite, et, d'autre part, indépendamment du fait précité, j'ai, en 1871, découvert, à l'extrémité sud du plateau de la Chaux de Bergonne, dans les vacuoles d'une dolérite amygdalaire, la variété de chabasie maclée connue sous le nom de *phacolite*. Le gisement de Prudelles mérite néanmoins un certain intérêt. L'apophyllite que j'y ai observée forme, de même que la christianite, un revêtement continu de cristaux enchevêtrés les uns dans les autres; toutefois, ils sont aisément reconnaissables à leur forme, qui est celle d'un prisme carré pm, avec un octaèdre a^1 posé sur les angles; ils rappellent les cristaux de Wolfhill, comté d'Antrim; ils sont très transparents; dans le tube, ils donnent de l'eau; l'acide chlorhydrique les attaque aisément avec dépôt de silice terreuse; la solution précipite par l'oxalate d'ammoniaque. A cause de la petite quantité de matière dont je disposais, je n'ai pu reconnaître la potasse au moyen du bichlorure de platine, mais j'en ai constaté l'existence au spectroscope.

» Quant à la chabasie de Prudelles, dont je n'ai pu observer qu'un échantillon, elle se présente en rhomboèdres striés, probablement $pb^{\frac{1}{13}}$, autant qu'il est possible d'en juger à la loupe; ses cristaux sont associés à ceux de christianite. Il est permis d'espérer d'une recherche plus attentive, lors de la reprise de l'exploitation des carrières, qu'elle permettra une étude plus complète de ces deux espèces minérales. Il m'a paru, en attendant, qu'il n'était pas sans intérêt de signaler à l'Académie les associations que renferment ces gisements, encore peu connus, des laves anciennes du Puy-de-Dôme.

» En terminant, qu'il me soit permis de remercier M. Péteaux, professeur à l'École vétérinaire de Lyon, qui a bien voulu, pour ces recherches, mettre son laboratoire à ma disposition. »

GÉOLOGIE. — *Recherches sur la contraction du rayon terrestre, depuis la formation de l'écorce solide.* Note de M. A. de Lapparent.

« Jusqu'ici la plupart des géologues ont considéré les montagnes comme le résultat du ridement ou du gauchissement de l'écorce solide, obligée de réduire son ampleur à mesure que les progrès du refroidissement diminuent le volume du noyau. Cependant, depuis quelque temps, une nouvelle école, qui a pour chef M. le professeur Suess, de Vienne, tend à donner le rôle principal, dans la formation du relief, à l'effondrement progressif de grandes surfaces, limitées par des cassures et glissant, sous le seul effort de la pesanteur, le long de piliers immobiles. D'après M. Suess, rien que pour les temps secondaires et tertiaires, l'amplitude verticale de ces effondrements se compterait par plusieurs dizaines de kilomètres. De son côté, M. Heim, en évaluant, par la mesure des plis des couches, la compression subie par le massif alpin, a cru pouvoir établir que la formation des Alpes avait, à elle seule, réduit de plus de 19^{km} la longueur du rayon terrestre.

» Un grand nombre de faits géologiques protestent contre la conception des affaissements. Le plus saillant est l'immobilité presque absolue des rivages maritimes, depuis le trias jusqu'à nos jours, dans la région de Valognes-en-Cotentin. On y observe, à une altitude à peine différente de celle du rivage actuel, plus de neuf exemples de formations littorales, échelonnées de l'infra-lias au pliocène. Or de telles coïncidences ne se seraient pas renouvelées aussi souvent au même point, si la mer, d'un côté, et l'écorce solide, de l'autre, avaient dû, indépendamment l'une de l'autre, subir un mouvement centripète de plusieurs dizaines de kilomètres.

» Quant aux Alpes, si, au lieu de reporter sur la circonférence la compression mesurée par M. Heim, on cherche à évaluer la *surface soulevée*, on trouve qu'elle ne représente pas la *cinq-millième* partie de la superficie du globe et que cela répond à une contraction générale de *six cents mètres seulement*. Quand même on sextuplerait ce chiffre pour tenir compte des Carpathes, du Caucase et de l'Himalaya, on resterait encore bien loin de 19^{km}.

» En cherchant à traiter directement la question de la contraction du globe par le refroidissement, on peut s'assurer que, vu la valeur du degré géothermique, qui est de 35^{m} pour 1°C., la perte de chaleur de la surface est, par an et par centimètre carré, de 53^{Cal}, ce qui, pour *un million d'an-*

nées, ne peut faire perdre à la masse du globe que *moins d'un demi-degré de température*. En admettant que le coefficient de dilatation du globe soit égal à trois fois celui du fer, on trouve que cette perte correspond à un raccourcissement du rayon de 87^m. Acceptons, pour la durée des temps secondaires et tertiaires, le chiffre de 20 millions d'années, établi à l'aide des calculs les plus élevés de sir William Thomson. Dans cette période, regardée comme représentant la cinquième partie de la durée totale des temps sédimentaires, la réduction du rayon n'atteindrait pas 2^{km}. Dût-on doubler ce chiffre pour tenir compte, soit de l'incertitude des données physiques admises, soit de l'épanchement des roches éruptives et de diverses autres causes de perte, on n'arriverait jamais qu'à *une fraction tout à fait insignifiante de la valeur du rayon*.

» Ce faible raccourcissement suffit néanmoins, comme il est aisé de s'en assurer, pour expliquer les grands plissements post-primaires du globe, concentrés comme ils sont surtout dans la zone méditerranéenne, qui va de l'Espagne à l'extrémité de l'Himalaya. Mais il justifie ce que nous avons dit de la stabilité générale de l'écorce et enlève toute raison suffisante aux grands effondrements admis par la nouvelle école orogénique.

» Ce qui précède s'applique aux temps écoulés postérieurement à l'ère primaire. Pour les âges antérieurs, l'incertitude est plus grande. On peut néanmoins établir un maximum que la contraction du rayon n'a pas dû dépasser, depuis la consolidation de la première écorce. En effet, cette écorce est composée de gneiss, roche dont le poids spécifique est 2,65. Si l'on suppose que le rayon du globe ait été primitivement plus long qu'aujourd'hui dans le rapport de 129 à 100, la masse spécifique du globe, qui est de 5,56, s'abaisse justement à 2,65, tandis que celle du gneiss, considéré comme une roche solide, demeure invariable, même en s'éloignant du centre. Au delà de ce chiffre, qui représente une réduction d'un peu plus d'un cinquième, la formation de l'écorce gneissique deviendrait absolument impossible, une roche telle que le gneiss ne pouvant pas flotter sur un magma de masse spécifique moindre.

» Il est visible, d'ailleurs, que ce maximum théorique est, pour bien des raisons, supérieur à ce qui serait physiquement réalisable.

» On voit par là ce qu'il faut penser de l'opinion émise par quelques auteurs, que, depuis les temps gneissiques, le rayon du globe aurait pu diminuer de moitié. Non seulement cette hypothèse conduit à des conséquences physiquement incompatibles avec la valeur de la densité du globe; mais le fait d'observation qui l'a fait naître, c'est-à-dire l'inclinaison habi-

tuelle des gneiss, sous des angles de 60° et plus, peut s'expliquer tout simplement par la pénétration des masses éruptives, granitiques et autres, qui d'ordinaire occupent, dans les districts primaires, une notable partie de la surface et ont dû conquérir leur place aux dépens de celle qui était d'abord occupée par les roches ainsi traversées. »

M. G. Cabanellas adresse une nouvelle Note intitulée « Sur les réactions d'induction dans les systèmes électromagnétiques et sur les coefficients de self-induction ».

M. A. Audoynaud adresse, comme suite à sa Communication sur le plâtrage des vendanges, une Note intitulée « Sur la fermentation rapide des moûts de raisin ».

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 février 1887.

Les démoniaques dans l'art; par J.-M. Charcot (de l'Institut) et Paul Richer. Paris, Delahaye et Émile Lecrosnier, 1887; vol. in-4°. (Présenté par M. Bertrand.)

Les plantes médicinales de l'île Maurice et des pays intertropicaux, comprenant un formulaire thérapeutique; par le Dr Clément Daruty. Maurice, General Steam printing Company, 1886; pet. in-4°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Herbages et prairies naturelles; par Amédée Boitel. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1887; vol. in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Dispensaire Furtado-Heine. — Statistique médicale (1886). Paris, Chaix, 1887; br. in-4°. [Présenté par M. le baron Larrey. — Renvoi au concours Montyon (Statistique).]

Troubles et lésions gastriques dans la phtisie pulmonaire; par le Dr B. Mar-

FAN. Paris, G. Steinheil, 1887; vol. in-8°. [Renvoi au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).]

De l'antiquité de l'homme dans les Alpes-Maritimes; par M. ÉMILE RIVIÈRE; 10e, 11e et 12e livraisons. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1878-1886; 3 livraisons in-4°. (Présenté par M. Gaudry.)

Études sur l'emprisonnement cellulaire et son influence sur la folie; par le Dr PROSPER DE PIETRA-SANTA. Manuscrit de 121 pages in-4°. [Présenté par M. le baron Larrey. — Renvoi au concours Montyon (Médecine et Chirurgie).]

Les méthodes d'investigation scientifique et leur application à la science des climats; par ALBERT PICHE. Bruxelles, Institut national de Géographie, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Sur la périodicité moyenne des taches de Jupiter. Note de [illegible] 1887.

Le mouvement scientifique et industriel en 1886; *par* HE[illegible]née. Paris, J. Michelet, 1887; vol. in-12.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts [illegible] série, tome XXII, années 1885 et 1886; 4e fasc. Le Ma[illegible]nnoyer, 1886; br. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Bruxelles, F. Hayez, 1887; vol. in-12.

Ricerche sopra le proprietà di alcuni composti ammoniacali del platino, di ALFONSO COSSA. Torino, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Sulla composizione della colombite di Craveggia in val Vigezzo. Nota del socio ALFONSO COSSA. Roma, tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1887; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; Vol. XXII, disp. 2a, 1886-1887. Torino, Ermanno Loescher; br. in-8°.

Giornale del Genio civile, compilato sotto l'alta direzione del Ministero dei Lavori pubblici; serie quarta, Vol. VI. Roma; br. in-8°.

Contributions to Meteorology; by ELLIAS LOOMIS; Chapter II. New-Haven (Conn.), 1887; br. in-4°.

History and work of the Warner Observatory. Rochester (N.-Y.), 1883-1886, Vol. I. Rochester, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

These do Dr DOMINGOS NIOBEY. Rio-Janeiro, imprensa a vapor de Lombaerts, 1887; br. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 MARS 1887.

Les corsaires barbaresques et la marine de Soliman le Grand; par le Vice-Amiral JURIEN DE LA GRAVIÈRE. Paris, E. Plon, Nourrit et Cie, 1887; vol. in-18. (Présenté par M. Bertrand.)

Contributions à l'étude de la grêle et des trombes aspirantes; par DANIEL COLLADON. Genève, H. Georg; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Pratique de la Mécanique appliquée à la résistance des matériaux; par P. PLANAT. Paris, aux Bureaux de la *Construction moderne*, 1887; vol. in-4°.

Question de la division décimale du temps; par H^te^ HUNSICKER. Paris, L. Guérin et Cie, 1886; br. in-4°.

Les bactéries et leur rôle dans l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses; par A.-V. CORNIL et V. BABES. 2e édition. Paris, Félix Alcan, 1886; vol. in-8°. (Présenté par M. Vulpian.) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Statistique médicale de l'armée pendant l'année 1883, *publiée par le Ministère de la Guerre*. Paris, Imprimerie nationale, 1886; vol. in-4°. (Deux exemplaires.)

Annual Report of the Board of Regents of the smithsonian institution for the year 1884. Part. II. Washington, Government printing Office, 1885; vol. in-8°.

Contributo alla biologia dei micrococchi. Prima Nota del Dott. DAVIDE CARAZZI. Firenze, Tipografia cenniniana, 1887; br. in-8°.

Bulletin de la Société des Médecins et Naturalistes de Jassy; 1re année, n° 1, janvier 1887. Jassy, Tipografia nationale, 1887; br. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Réponse à la Note additionnelle de M.* Houzeau; par M. Lœwy.

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Houzeau se borne à dire que mes critiques reposent sur une erreur matérielle, qu'il ne fait d'ailleurs nullement connaître; je laisse donc de côté une affirmation qui n'a pas de base réelle.

» M. Houzeau prétend ensuite que la disposition proposée par lui en 1871 revient à celle d'un sextant à ouverture fixe. C'est précisément en établissant cette assimilation que M. Houzeau se trompe de la manière la plus complète et la plus absolue. Le principe du sextant, comme on le sait, est basé sur la combinaison de deux miroirs, et, en vertu des conditions optiques connues, il possède une supériorité incontestable sur l'appareil de M. Houzeau, qui n'est muni que d'un seul miroir. Dans ce der-

nier cas, en effet, ayant établi la coïncidence entre les deux images et en donnant à l'instrument un mouvement tournant dans le plan de réflexion, les deux images fuient dans des sens opposés, tandis que dans le sextant leur distance reste invariable; de plus, chaque mouvement de l'axe optique fait naître des déplacements différents entre les deux images. Pour bien mettre en évidence l'incertitude du procédé de M. Houzeau, faisons-en l'application suivante.

» Admettons que l'effet physique que l'on désire déterminer ne modifie que la distance, et que, par suite, l'arc séparant les deux astres varie, dans l'intervalle de six mois, de 2', par exemple. Ayant établi la coïncidence des deux images au moment initial, on constatera, après six mois, une différence de 2' entre les deux lectures conjuguées, si l'instrument est rigoureusement resté dans la même orientation. Mais, si, par un défaut inévitable de calage, l'axe optique se trouve par hasard déplacé, dans le sens voulu, de 1' (moitié de la différence), on verra à la seconde époque se produire *au même endroit du champ* une nouvelle coïncidence : la comparaison des deux mesures donnera donc 0' au lieu de 2'.

» Dans la pratique, la compensation indiquée ne sera jamais absolument complète, mais les deux effets se combineront toujours d'une manière quelconque. La disposition de M. Houzeau provoque dès lors des erreurs notables qui n'ont pas lieu dans l'emploi du sextant et conduit forcément à des résultats inacceptables. Dans ce cas, il n'existe aucune liaison *directe et fixe* entre les deux images. Si donc on établit la coïncidence une première fois et qu'on se trouve ultérieurement en présence d'un écart quelconque, on ne saura jamais la part qu'il faut attribuer au phénomène céleste et celle qui incombe aux mouvements rotatoires de l'appareil. En résumé, les mesures ainsi effectuées accuseront toujours des discordances considérables, ayant pour origine la position différente de la lunette et le déplacement relatif du miroir par rapport à l'axe optique.

» Toutes les objections formulées par moi dans une précédente Note reposent sur la réalité des faits; je crois superflu de fournir de plus amples explications. »

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — *Sur un problème relatif à la théorie des surfaces minima*. Note de M. **Gaston Darboux**.

« Dans une Communication insérée au tome CII des *Comptes rendus* (premier semestre 1886), j'ai montré comment on peut déterminer toutes

les surfaces minima algébriques inscrites dans une développable algébrique. Aux deux solutions différentes de ce problème que j'ai données successivement, on peut en ajouter une autre qui mérite d'être développée, parce qu'elle repose sur une génération nouvelle des surfaces minima, obtenue dans un important Mémoire de M. Ribaucour ([1]).

» Nous rappellerons d'abord la méthode par laquelle M. Lie engendre la surface minima la plus générale au moyen de deux courbes minima (Γ), (Γ_1) ([2]). Si M et M_1 sont deux points quelconques, appartenant respectivement aux deux courbes, le milieu μ du segment MM_1 décrit la surface minima, et le plan tangent en μ à cette surface est parallèle aux deux droites MT, M_1T_1, tangentes respectivement en M et en M_1 aux deux courbes (Γ), (Γ_1). Soit (P) le plan osculateur en M à (Γ); nous désignerons par (Σ) la développable qu'il enveloppe et dont (Γ) est l'arête de rebroussement; nous désignerons de même par (P_1) le plan osculateur en M_1 à (Γ_1), et par (Σ_1) la développable dont l'arête de rebroussement est (Γ_1). Les deux plans (P), (P_1) se coupent suivant une droite qui touche les développables respectivement en α et en α_1; je vais d'abord prouver que cette droite $\alpha\alpha_1$ est perpendiculaire au plan tangent en μ à la surface minima.

» Il suffit, pour le reconnaître, de se rappeler la propriété caractéristique des plans tangents au cercle de l'infini : toute droite perpendiculaire à un tel plan lui est aussi parallèle et va passer par le point de contact du plan avec le cercle de l'infini. Il résulte de là que la tangente MT située dans le plan (P) lui sera perpendiculaire et sera, par suite, perpendiculaire à la droite $\alpha\alpha_1$ située dans ce plan. Pour la même raison $\alpha\alpha_1$ sera perpendiculaire à M_1T_1; elle sera donc perpendiculaire au plan tangent en μ, qui est parallèle à la fois à MT et à M_1T_1.

» Ce point étant établi, nous remarquerons, de plus, que le même plan tangent à la surface minima en μ, qui est parallèle aux deux droites MT,

---

([1]) Ribaucour, *Étude des élassoïdes ou surfaces à courbure moyenne nulle.* Mémoire couronné par l'Académie de Belgique dans la séance publique du 16 décembre 1880 (*Mémoires couronnés et Mémoires des Savants étrangers publiés par l'Académie royale de Belgique,* t. XLIV; 1881).

([2]) M. Lie a donné le nom de *courbes minima* à toutes celles dont l'arc est nul, c'est-à-dire qui satisfont à l'équation différentielle

$$dx^2 + dy^2 + dz^2 = 0.$$

M_1T_1, est aussi à des distances égales de ces droites; il passera donc nécessairement par le milieu β du segment de droite $\alpha\alpha_1$.

» En réunissant tous ces résultats, on obtient évidemment le mode de génération suivant des surfaces minima, qui a été donné par M. Ribaucour :

» *Si l'on considère deux développables* (Σ), (Σ_1) *circonscrites l'une et l'autre au cercle de l'infini, la surface minima la plus générale est l'enveloppe des plans perpendiculaires à toutes les tangentes communes de ces développables, ces plans étant menés à égale distance des deux points de contact de ces tangentes communes.*

» Cette définition est moins simple et moins complète que celle de M. Lie, qui détermine à la fois le point et le plan tangents de la surface minima; mais elle offre l'avantage de ne faire intervenir que les plans tangents et elle associe à la surface minima, lieu du point μ, la surface lieu du point β, à laquelle M. Ribaucour a donné le nom de *surface moyenne* et dont il a fait connaître un grand nombre de propriétés remarquables.

» Les droites $\alpha\alpha_1$ dépendent évidemment de deux paramètres, et elles engendrent un système de rayons rectilignes ou *une congruence* suivant les définitions nouvelles de Plücker. Comme elles sont tangentes à la fois aux deux développables (Δ), (Δ_1), il est clair que toutes les surfaces réglées formées de ces droites qui contiendront, par exemple, l'une d'elles $\alpha\alpha_1$ seront tangentes les unes aux autres aux points α et α_1. Les plans tangents communs en ces deux points, étant ceux des développables (Δ), (Δ_1), sont, par cela même, tangents au cercle de l'infini. Or il est aisé d'établir, soit par l'Analyse, soit par la Géométrie, la proposition suivante :

» *Étant donnée une surface réglée, si, par une de ses génératrices, on mène les deux plans tangents au cercle de l'infini, le segment formé par les deux points de contact de ces plans a pour milieu le point central de la génératrice; de plus, il est égal au paramètre de distribution multiplié par* $2i$ (1).

---

(1) Si l'on prend, en effet, la droite pour axe des z, le plan central pour plan des xz, et si l'on place l'origine des coordonnées au point central, la surface réglée a, en tous les points de la droite, les mêmes plans tangents que le paraboloïde défini par l'équation

$$z = \alpha \frac{y}{x},$$

» Il suit de là que *la surface moyenne est le lieu des lignes de striction de toutes les surfaces réglées formées avec des droites de la congruence, et que le paramètre de distribution est le même pour toutes celles de ces surfaces qui contiennent une même droite de la congruence.* M. Ribaucour, à qui sont dus ces résultats, les a obtenus par des méthodes qui en font moins bien connaître la véritable origine.

» La génération précédente conduit à une solution très simple du problème que nous avons à résoudre. En effet, si l'on considère une développable (Δ) circonscrite à une surface minima, les droites $\alpha\alpha_1$ perpendiculaires aux divers plans tangents de (Δ) formeront une surface réglée dont la ligne de striction devra être décrite par le point de la droite $\alpha\alpha_1$ qui se trouve dans le plan tangent correspondant de (Δ). Nous sommes ainsi conduits à la proposition suivante :

» *Pour obtenir toutes les surfaces minima inscrites dans une développable* (Δ), *on déterminera toutes les surfaces réglées dont les génératrices sont normales aux plans de* (Δ) *et pour lesquelles le point central de chaque génératrice se trouve dans le plan correspondant de* (Δ). *Les arêtes de rebroussement des deux développables circonscrites à chaque surface réglée et au cercle de l'infini seront les deux courbes minima* (Γ), (Γ_1), *au moyen desquelles on peut engendrer la surface minima correspondante.*

» Pour déterminer les surfaces réglées satisfaisant aux conditions que nous venons d'énoncer, reprenons les méthodes employées dans notre première Communication et rapportons les points de l'espace au trièdre mobile (T) formé par la tangente, la normale principale et la binormale en un point M de l'arête de rebroussement (R) de (Δ).

» La droite qui engendre la surface réglée cherchée aura pour équations, relativement à ce trièdre,

$$x = x_1, \qquad y = y_1;$$

---

où α est le paramètre de distribution. Pour un plan tangent au cercle de l'infini, on doit avoir

$$\frac{y}{x} = \pm i.$$

On obtient donc pour z les deux valeurs

$$+\alpha i, \quad -\alpha i,$$

d'où résulte immédiatement le théorème.

et le déplacement d'un de ses points (x_1, y_1, z_1), dans un mouvement infiniment petit du trièdre (T), aura pour composantes

$$dx_1 + ds - \frac{y_1\,ds}{\rho}, \quad dy_1 + \frac{x_1\,ds}{\rho} + \frac{z_1\,ds}{\tau}, \quad dz_1 - \frac{y_1\,ds}{\tau}.$$

» Le plan tangent en ce point à la surface réglée aura donc pour équation

$$\frac{x - x_1}{y - y_1} = \frac{dx_1 + ds - \dfrac{y_1\,ds}{\rho}}{dy_1 + \dfrac{x_1\,ds}{\rho} + \dfrac{z_1\,ds}{\tau}}.$$

» Quand z_1 varie, on obtient les plans tangents aux différents points de la droite; en particulier, pour $z_1 = \infty$, on trouve le plan

$$x = x_1.$$

» Le plan central, devant être perpendiculaire au précédent, correspondra à la valeur de z_1 donnée par l'équation

$$dy_1 + \frac{x_1\,ds}{\rho} + \frac{z_1\,ds}{\tau} = 0.$$

» Pour que ce point central soit dans le plan des xy, il faudra que la valeur de z_1 déterminée par cette équation soit nulle, ce qui donnera l'équation

$$(1) \qquad x_1 = -\rho\frac{dy_1}{ds}.$$

» Cette formule si simple résout complètement le problème proposé : on choisira arbitrairement y_1, et elle donnera x_1. Si y_1 est une fonction algébrique, il en sera de même de x_1; et la surface minima correspondante sera algébrique.

» Si l'on fait, en particulier, $x_1 = y_1 = 0$, on retrouve la solution particulière donnée dans notre première Communication. Plus généralement, on pourrait prendre $x_1 = 0$, $y_1 = k$, k désignant une constante quelconque, ce qui donnerait une solution particulière un peu plus générale que la précédente. Mais il est préférable de résoudre l'équation (1) par de simples constructions géométriques.

» Pour cela, nous construirons d'une manière quelconque une surface réglée (K') dont les génératrices soient perpendiculaires aux plans tan-

gents de (Δ), et nous mènerons le plan perpendiculaire à chacune des génératrices de (K′), en son point central. Les différents plans ainsi obtenus envelopperont une développable (Δ′) pour laquelle on aura évidemment une solution du problème proposé, solution fournie par la surface réglée (K′). Comme les angles de contingence et de torsion sont les mêmes pour les arêtes de rebroussement de (Δ) et de (Δ′), la solution fournie par (K′), relativement à (Δ′), fera connaître les fonctions les plus générales x_1, y_1 vérifiant l'équation (1). Il suffira donc, pour avoir la solution générale de notre problème, de construire la surface (K) dont chaque génératrice a, par rapport au trièdre (T), relatif à un point de l'arête de rebroussement de (Δ), la même position que la génératrice correspondante de (K′) par rapport au trièdre (T′) dont les arêtes sont parallèles à celles de (T) et qui est relatif au point correspondant de l'arête de rebroussement de (Δ′). En d'autres termes, pour avoir la droite de (K), il faudra imprimer à la droite de (K′) la translation qui amènerait le trièdre (T′) en coïncidence avec le trièdre (T). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur la Note de M.* Colladon (7 mars); par M. **H. Faye.**

« Lorsque deux théories rivales ont été longtemps en présence, leur conflit finit par faire naître quelque moyen terme : on sacrifie une partie de l'ancienne théorie pour faire une petite place à la nouvelle. C'est un signe que la nouvelle commence à faire impression sur les esprits.

» Voilà ce qui se produit aujourd'hui sous la plume de M. Colladon. L'Académie se rappelle peut-être que sur certains points les idées de notre illustre et vénéré Collègue se rapprochaient beaucoup des miennes. Aujourd'hui il fait un pas de plus et veut introduire dans la Météorologie une idée nouvelle qui s'appliquerait à l'ensemble des phénomènes dus aux mouvements giratoires de notre atmosphère. Voici, en deux mots, l'état de la question et l'énoncé de cette idée que M. Colladon appuie sur les récentes expériences de M. Weyher.

» 1° Pour la majorité des météorologistes actuels, les cyclones, typhons, trombes et tornados sont des mouvements giratoires qui montent verticalement du sol jusqu'aux régions très élevées de l'air, celles où se meuvent les cirrus.

» 2° Dans ma théorie, ces mouvements giratoires descendent au contraire des hautes régions.

» 3° M. Colladon propose de considérer tout mouvement giratoire à axe vertical comme une sorte de machine à double effet aspirant à la fois en haut et en bas. De la sorte, le mouvement cyclonique serait ascendant en bas comme dans la théorie météorologique, et descendant en haut comme dans la mienne. Sans insister ici sur ce que cette conception aurait grand besoin d'être contrôlée par quelque expérience, je ferai remarquer que les théories n'ont de sens que si l'on y tient compte des grands faits de la nature. Ce dont il faut tenir compte ici, ce sont les lois des tempêtes consistant en ce que, sur chaque hémisphère, les cyclones tournent dans un sens déterminé, toujours le même, et marchent en décrivant des trajectoires curvilignes dont la forme et le sens sont également déterminés.

» Dans la première théorie, les météorologistes ont oublié la translation. Quant au sens de la giration née dans les couches inférieures, ils le rattachent, avec raison, au sens de la rotation terrestre, mais d'une manière beaucoup trop directe et tout à fait erronée à mon gré.

» La mienne tient compte en même temps des deux mouvements de giration et de translation des cyclones. Ce sont ces deux mouvements qui me l'ont suggérée.

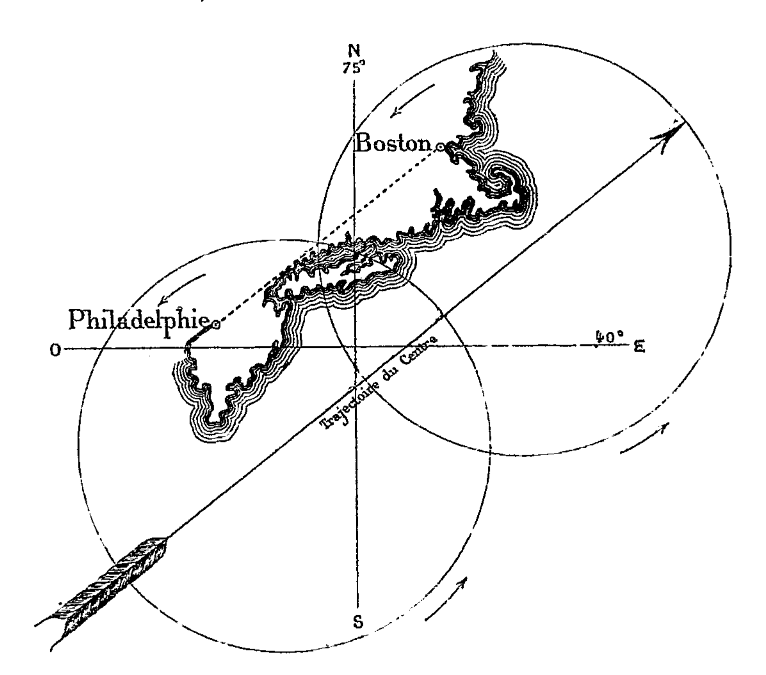
» La troisième, celle de M. Colladon, me semble avoir été conçue sans que son savant auteur se soit préoccupé ni du sens des girations, ni de la translation. Il faut pourtant expliquer avant tout ces deux grands phénomènes qui consistent non seulement en ce que les tempêtes tourbillonnent autour d'un axe vertical, mais aussi qu'elles tourbillonnent dans le sens direct sur l'hémisphère boréal et dans le sens rétrograde sur l'autre hémisphère. Il n'est pas moins essentiel de dire pourquoi elles se meuvent et pourquoi leurs trajectoires sont d'immenses paraboles symétriques de chaque côté de l'équateur. Enfin, toute théorie doit rendre compte de ce fait frappant que les forces énormes qui sont en jeu dans un cyclone doivent être alimentées dans sa longue course par-dessus les continents et les mers de manière à le faire durer des semaines entières et à dépenser sur le sol un travail gigantesque.

» En fait de théorie, il est dangereux de négliger les faits capitaux qui, au fond, constituent l'essence du phénomène; alors le jugement n'est plus guidé et risque d'aboutir aux plus fausses conséquences.

» Pour me couvrir vis-à-vis de M. Colladon, je lui citerai le cas d'un

physicien non moins illustre, de Franklin raisonnant, très correctement d'ailleurs, sur un phénomène dont il ne connaissait qu'un caractère fort incomplet [1].

» Franklin, à Philadelphie, se proposait d'observer une éclipse de Lune qui devait arriver un certain vendredi à 9^h. Un ouragan soufflant du nord-est survint et empêcha l'observation. Cependant les journaux apprirent à Franklin qu'à Boston, où ce même ouragan du nord-est avait causé des désastres, on avait eu le temps d'observer l'éclipse dans tous ses détails. La tempête avait donc commencé à Boston plus tard qu'à Philadelphie, et comme cette dernière ville est juste au nord-est de Boston, force était de conclure que l'ouragan s'était propagé en sens inverse de celui où le



vent soufflait. D'autres renseignements ayant confirmé ce fait alors bien étrange, Franklin trouva qu'il ne pouvait y avoir qu'une seule manière de l'interpréter. C'était d'admettre que la tempête était due à une raréfaction exceptionnelle de l'air sur le golfe du Mexique occasionnée par l'excessive

(1) Je dois à M. J. Luvini la connaissance du passage suivant des *Œuvres de Franklin*. Voir les *Sept études* du professeur J. Luvini, de Turin (en français et en italien, chez M. Gauthier-Villars).

température qui règne parfois dans ces parages. Dès lors l'appel de l'air avait dû se faire successivement, suivant les distances, et comme Boston est plus éloigné de ce centre de raréfaction que Philadelphie, juste sur le même rayon, il était tout naturel que la tempête s'y fût prononcée plus tard et eût laissé aux astronomes de Boston le temps d'observer l'éclipse, alors qu'elle était déjà devenue impossible pour Franklin. Cette explication si naturelle fut admise universellement; bientôt on la généralisa beaucoup plus que ne l'avait fait Franklin lui-même, et, quoiqu'on sache fort bien aujourd'hui que les tempêtes ne se propagent pas comme cela, on continue à rapporter les tempêtes, les tornados et les trombes à un phénomène d'aspiration.

» Il est aisé aujourd'hui d'expliquer la méprise, grâce à la connaissance plus complète que nous avons des lois de ce phénomène. La tempête en question, pour mieux dire le cyclone, avait marché comme le font aujourd'hui encore tous les cyclones dans cette région des États-Unis, à peu près *vers* le nord-est. Puisque les vents perçus à Philadelphie d'abord, puis à Boston venaient, au contraire, du nord-est, ce qui constituait les seules données de la question au temps de Franklin, c'est que ces deux villes se trouvaient dans la région maniable du cyclone, à gauche de la trajectoire du centre, là où les vents circulaires du cyclone soufflent effectivement en sens inverse de la translation toujours moins rapide. Il suffit, pour s'en assurer, d'un coup d'œil sur la figure ci-dessus, où les deux cercles représentent le cyclone aux moments où son centre répondait d'abord à Philadelphie et ensuite à Boston.

» Ainsi la méprise, dont le résultat pèse encore aujourd'hui sur la Science, tenait, non pas à un faux raisonnement, mais à une observation incomplète. Si Franklin s'était enquis de ce qui s'était passé au loin en pleine mer, en face des deux villes, il aurait vu que le vent y soufflait du sud-ouest, dans le sens même où la tempête s'était propagée, et il n'aurait pas songé à formuler sa fameuse théorie des tempêtes d'aspiration.

» Il me semble donc que M. Colladon, en nous proposant son fuseau tournant à axe vertical et aspirant par les deux bouts à la fois l'air inférieur et l'air supérieur, aurait dû tenir compte des autres caractères du phénomène qu'il voulait expliquer; il aurait dû avant tout s'assurer que sur notre hémisphère son fuseau tournerait nécessairement dans le sens de la rotation terrestre, qu'il voyagerait à grande vitesse par-dessus les continents et les mers, par exemple des États-Unis en Europe, et jamais dans le sens inverse, enfin qu'il serait alimenté pendant ce long trajet, de ma-

nière à durer des semaines entières tout en exerçant sur le sol une action mécanique prodigieuse. Or voici tout ce qu'il dit à ce sujet :

« Il peut suffire de la rencontre de deux courants opposés, à quelques kilomètres au-dessus du sol, pour produire un fort tourbillonnement à cette hauteur; ce mouvement devra se communiquer de proche en proche au-dessus et au-dessous. »

» Ne serait-ce pas le cas d'agir ici comme fait la Chambre avec une Commission présentant un projet de loi incomplet; elle prononce le renvoi de ce projet à la Commission pour être remanié et complété. J'oserai donc prier notre illustre Confrère de revoir sa théorie pour montrer qu'elle n'est pas absolument étrangère :

» Au sens de la giration;

» A la nature de la trajectoire;

» Au mode d'alimentation de la force en jeu.

» Et, si j'ose lui adresser cette demande, c'est que je suis persuadé que, du moment où M. Colladon voudra bien examiner ces trois points, il sera amené à faire un nouveau pas vers mes idées.

» En attendant, je discuterai, dans une prochaine séance, la notion des trombes aspirantes. Bien que je l'aie traitée mainte et mainte fois, je suis bien obligé d'y revenir avec cette circonstance délicate de plus, que j'aurai affaire cette fois à un éminent physicien qui déclare avoir vu de ses propres yeux et qui croit pouvoir s'appuyer sur des expériences décisives. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Production artificielle du rubis;* par M. **Fremy.**

« L'Académie connaît les beaux travaux qui ont été publiés sur la cristallisation de l'alumine par Gaudin, Ebelmen, H. Deville, Caron, M. Debray, etc. Elle se rappelle peut-être le Mémoire sur la production artificielle du rubis, que j'ai présenté en 1877 avec la collaboration de M. Feil.

» En rappelant ici le nom du collaborateur que j'ai eu le malheur de perdre, l'Académie me permettra de dire que M. Feil était non seulement un fabricant éminent qui a donné à l'Optique des verres incomparables, mais aussi un expérimentateur aussi habile qu'ingénieux auquel on doit plusieurs découvertes importantes qui intéressent la Minéralogie synthétique : sa mort a frappé douloureusement la Science et l'Industrie.

» Dans le Mémoire de 1877 nous avions employé deux méthodes différentes pour produire des cristaux de rubis.

» La première consiste à chauffer au rouge blanc, dans un creuset de terre, un mélange d'alumine et de minium : la coloration rose est produite par le bichromate de potasse ; l'opération a été faite souvent sur 20^{kg} ou 30^{kg} de mélange et a donné plusieurs kilogrammes de rubis.

» Dans la seconde méthode, nous avons chauffé à une température élevée un mélange, à poids égaux, d'alumine et de fluorure de baryum avec des traces de bichromate de potasse.

» Les cristaux ainsi obtenus étaient remarquables par la netteté de leur forme, mais se trouvaient toujours lamelleux et ne présentaient pas assez d'épaisseur pour être livrés à la taille.

» Voulant continuer ce premier travail, qui n'était en quelque sorte qu'une ébauche, j'ai eu recours à la collaboration d'un jeune chimiste plein d'ardeur et de talent, M. Verneuil, qui est attaché depuis plusieurs années à mon laboratoire du Muséum et qui a présenté déjà à l'Académie des travaux très intéressants.

» Le Mémoire que je publie aujourd'hui est la première partie des recherches que j'ai faites en commun avec M. Verneuil. »

Action des fluorures sur l'alumine; par MM. **Fremy** et **Verneuil**.

« Dans le premier Mémoire sur la production artificielle du rubis, nous avons déjà obtenu des cristaux de rubis en chauffant au rouge blanc un mélange d'alumine, de fluorure de baryum et de bichromate de potasse. C'est cette question intéressante que nous avons voulu reprendre dans ce nouveau travail.

» Comme nos anciennes expériences avaient été faites dans des creusets de terre, nous avons dû rechercher d'abord si la silice n'exercerait pas quelque action sur la cristallisation de l'alumine, comme elle le fait dans la calcination du mélange d'alumine et d'oxyde de plomb.

» Dans ce but, de nombreuses expériences ont été faites avec des creusets de platine ou d'alumine pure : elles nous ont démontré que la silice des creusets de terre était sans influence sur la réaction.

» Ce premier point étant résolu, nous avons recherché quels étaient les fluorures qui, dans leur mélange avec l'alumine, pouvaient, par une calcination opérée au rouge blanc, produire du corindon. Ces essais nous ont appris que presque tous les fluorures déterminent, au rouge, la cristallisation de l'alumine : nos expériences ont été faites principalement sur le fluorure de baryum, le fluorure de calcium et la cryolithe.

» Nous décrirons surtout ici les phénomènes intéressants que nous avons observés dans la calcination du mélange d'alumine, de fluorure de calcium et d'une trace d'acide chromique. Toutes ces expériences ont été faites dans des creusets de platine, chauffés à la plus haute température que peut produire le fourneau à vent.

» En faisant agir sur un poids de fluorure de calcium des quantités variables d'alumine, nous avons reconnu, à notre grande surprise, qu'un fluorure tel que le fluorure de calcium exerçait sur l'alumine un pouvoir de minéralisation énorme.

» C'est ainsi que, dans des essais successifs, nous avons pu faire cristalliser toute l'alumine contenue dans un mélange formé de 1 partie de fluorure de calcium contre 12 parties d'alumine; en continuant ces expériences, nous pensons diminuer encore la proportion de fluorure sans épuiser son pouvoir minéralisateur.

» En présence d'un fait aussi remarquable, nous avions à déterminer la cause du phénomène et à rechercher quelle pouvait être l'influence qui opérait la cristallisation de l'alumine.

» Après de nombreuses tentatives infructueuses, nous avons institué une expérience qui paraît être absolument démonstrative.

» Nous avons placé au fond d'un creuset de platine du fluorure de calcium naturel, blanc et transparent, qui nous a paru d'une grande pureté. Ce fluorure a été recouvert exactement d'une lame de platine percée de trous imperceptibles : sur cette lame nous avons placé une couche épaisse d'alumine, obtenue par la calcination de l'alun ammoniacal pur; de cette façon, le fluorure de calcium et l'alumine se trouvaient séparés l'un de l'autre par une lame de platine; l'alumine avait été mélangée préalablement avec une petite quantité d'acide chromique. Le creuset de platine ainsi préparé a été calciné pendant plusieurs heures, au rouge blanc, dans un creuset de terre réfractaire brasqué avec de l'alumine.

» Nous avons trouvé, après la calcination au fond du creuset de platine, le fluorure de calcium fondu et, au-dessus de la lame de platine percée de trous, l'alumine presque complètement transformée en cristaux de rubis remarquables par la netteté de leur forme et leur coloration rose.

» *Ainsi l'alumine, sans être en contact avec le fluorure de calcium et simplement soumise aux émanations qui se dégagent du fluorure calciné à l'air, se trouve minéralisée, perd son état amorphe et se change en une masse cristallisée.*

» Il nous serait facile, je crois, de donner immédiatement la théorie de l'expérience que nous venons de faire connaître, qui s'accorde, du reste, avec les beaux travaux de H. Deville sur l'influence des gaz dans la cristallisation et les vues si justes de notre savant confrère M. Daubrée sur le pouvoir minéralisateur des fluorures.

» Mais, comme nous voulons généraliser nos observations et les étendre à plusieurs parties de la Minéralogie synthétique, nous ajournerons nos explications théoriques au moment où nous publierons la suite de ce premier travail.

» Le point capital que nous avons voulu faire ressortir ici, et qui peut expliquer le mode de production d'un certain nombre de minéraux, c'est que des corps tels que des fluorures, chauffés au contact de l'air humide, produisent des émanations qui minéralisent et font cristalliser des corps amorphes tels que l'alumine : l'acide fluorhydrique, agissant à une température très élevée, doit jouer un rôle considérable dans la réaction (1). »

PALÉONTOLOGIE. — *Le petit* Ursus spelæus *de Gargas.*
Note de M. **Albert Gaudry.**

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que nous venons de placer dans la nouvelle salle de Paléontologie du Muséum le squelette entier d'un *Ursus spelæus* remarquable par sa petite taille. Ce squelette a été monté avec des os de différents individus, recueillis dans les Oubliettes de Gargas par M. Félix Regnault et donnés par lui au Muséum.

» L'*Ursus spelæus* ordinaire est notablement plus fort que les plus grands Ours actuels, l'Ours gris (*Ursus horribilis*) et l'Ours brun de Pologne (*Ursus arctos*); au contraire, le petit *Ursus spelæus* de Gargas a des membres plus courts que l'Ours gris et l'Ours brun de Pologne. A part sa petitesse, il ressemble à l'*Ursus spelæus* ordinaire.

» Nos Ours actuels ont des formes très lourdes et épaisses. L'*Ursus spelæus* devait être un singulier animal, étant encore beaucoup plus massif

(1) Pour ne pas introduire de perturbation dans le commerce des pierres précieuses, je dois dire que, si les cristaux de rubis produits par notre nouvelle méthode sont de belle couleur, non lamelleux, d'une cristallisation très nette et détachée de la gangue, par conséquent plus beaux que ceux qui avaient été obtenus précédemment, nos cristaux sont encore petits, et par conséquent sans importance, jusqu'à présent, pour le commerce. (F.)

et trapu (¹). La grosseur des os est considérable, proportionnellement à leur longueur. Les pattes de devant sont fort élargies. Dans les squelettes entiers d'*Ursus spelœus* que nous possédons (grand individu de l'Herm et surtout petit individu de Gargas), les tibias sont courts comparativement à ceux de l'Ours brun; peut-être la brièveté des membres postérieurs chez l'*Ursus spelœus*, comme chez les Hyènes, était une disposition favorable pour descendre dans les cavernes où ces animaux ont vécu. Si l'on remarque qu'outre la lourdeur de son corps, l'*Ursus spelœus* avait des phalanges onguéales assez faibles, qu'il avait perdu ses petites prémolaires antérieures (¹), que ses tuberculeuses s'étaient agrandies et que leurs pointes s'étaient émoussées, on est porté à penser que son régime devait être surtout omnivore et qu'il n'a pas dû être pour nos pères un voisin bien redoutable. Il a été le moins carnivore de tous les carnivores; de même que le Mammouth du quaternaire a été le plus Éléphant des Éléphants, l'*Ursus spelœus* du quaternaire a été le plus Ours des Ours.

» La tête de notre petit Ours de Gargas a de fortes bosses frontales, comme dans l'*Ursus spelœus* ordinaire; mais elle est plus étroite. Sur 0m,40 dans sa plus grande longueur jusqu'au bord incisif, elle a 0m,20 de largeur y compris les arcades zygomatiques. En général, les grands Ours ont beaucoup plus de largeur; cependant une tête du grand *Ursus spelœus* de l'Herm qu'a étudiée M. Trutat, et une autre de Gargas qui a été recueillie par M. Regnault, présentent les mêmes proportions que dans notre échantillon. On peut aussi noter que le crâne de notre petit Ours est un peu moins comprimé dans la région pariétale et est muni d'une crête sagittale

(¹) Voici quelques mesures comparatives; elles n'ont pas une exactitude rigoureuse, parce que nos squelettes fossiles ont été reconstitués avec des os de différents individus :

	Grand *Ursus spelœus* de l'Herm.	Petit *Ursus spelœus* de Gargas.	*Ursus arctos* de Pologne.
Longueur de la tête sans les incisives	0,49	0,40	0,36
» de l'humérus	0,45	0,36	0,36
» du radius	0,33	0,26	0,32
» du fémur	0,46	0,38	0,42
» du tibia	0,30	0,23	0,31

(¹) M. Trutat m'a dit qu'il avait constaté la persistance des petites prémolaires antérieures sur une vingtaine de mâchoires d'*Ursus spelœus*. Mais, comme il m'a ajouté qu'il avait étudié près de cinq mille mâchoires de cette espèce, je pense qu'on doit regarder la persistance des petites prémolaires comme un fait exceptionnel.

moins forte que dans la plupart des *Ursus spelæus*. Je ne peux attacher de l'importance à ces différences, les recherches de M. Trutat ayant montré combien sont considérables les variations des têtes de l'*Ursus spelæus*.

» Le petit *Ursus spelæus* a été contemporain du grand; il n'est pas rare à Gargas. Je l'ai trouvé à l'Herm, il y a longtemps, dans une excursion que j'ai faite sous la conduite de M. l'abbé Pouech; le Musée de Toulouse en possède un squelette entier tiré de cette grotte; il a été monté par M. Trutat. Dans la grotte d'Aubert, près Saint-Girons, où j'ai pu assister aux fouilles de M. Félix Regnault, les os des petits *Ursus spelæus* sont plus communs qu'à l'Herm, ils le sont moins qu'à Gargas.

» En Belgique aussi on a découvert un petit *Ursus spelæus;* mais, d'après Schmerling ([1]), son crâne serait l'opposé de celui de Gargas, car il serait très large comparativement à sa longueur.

» Outre l'*Ursus spelæus*, les cavernes renferment les débris d'un Ours de forme beaucoup moins massive, qui a été appelé *Ursus priscus* et que des paléontologistes habiles ont cru pouvoir identifier avec l'Ours gris de Californie (*Ursus horribilis*). J'ai constaté que, d'après un squelette du Musée de Paris, l'Ours gris diffère plus que l'Ours brun (*Ursus arctos*) de l'*Ursus priscus;* car notre squelette d'Ours gris est plus massif que celui de l'Ours brun et son humérus se distingue par une plus forte saillie de l'épitrochlée. Les humérus et les autres os de l'*Ursus priscus*, que je connais, ne présentent pas ces caractères. L'*Ursus priscus* paraît être simplement un *Ursus arctos* de grande taille, et je pense que le mieux est de l'inscrire sous le nom d'*Ursus arctos* (race *priscus*); il serait l'ancêtre de nos Ours, tandis que l'*Ursus spelæus* serait une espèce distincte qui s'est éteinte sans laisser de postérité.

» Le squelette du petit *Ursus spelæus* de Gargas, qui vient d'être placé dans la nouvelle galerie de Paléontologie, tire en partie son intérêt des circonstances dans lesquelles il a été recueilli. Ceux-là seulement qui ont vu fouiller les anciens repaires d'animaux féroces peuvent se faire une idée du courage et de la passion pour la Science de leurs explorateurs. Autant les grottes où l'homme a séjourné sont d'une exploitation facile et parfois même agréable, autant les repaires des carnivores fossiles sont pénibles à fouiller : les Ours se sont tenus de préférence là où ils cessaient de voir la lumière du jour; par conséquent, il faut s'enfoncer profondément dans les grottes pour faire d'abondantes découvertes; on passe bien

([1]) *Ossements fossiles des cavernes de Liège*, Pl. XI et XII.

des jours dans l'obscurité, souvent dans la boue, exposé à tomber dans des trous et surtout à contracter des maladies : MM. l'abbé Pouech, Garrigou, Filhol père et Henri Filhol, Trutat, Rames, Marty, Regnault et d'autres encore ont été de courageux explorateurs des repaires d'animaux fossiles de nos Pyrénées, et, à cet égard, ils méritent que leur nom soit conservé avec reconnaissance par les paléontologistes. M. Regnault me paraît avoir été un des plus zélés. Dans les sombres profondeurs de la grotte de Gargas, il y a un trou dont l'entrée est si étroite qu'on a de la peine à y passer; ce trou s'enfonce verticalement; il a près de vingt mètres de profondeur : c'est ce qu'on appelle les Oubliettes de Gargas. En regardant ce trou, j'ai été étonné qu'un homme ait osé y pénétrer. Non seulement M. Regnault a eu la curiosité d'y descendre, mais encore il y a fait des fouilles un grand nombre de fois pendant deux années; il en a retiré une multitude d'os fossiles qu'on montait dans un panier au moyen d'une corde; l'espace est si exigu, il y a si peu d'air que M. Regnault et ses aides étaient fréquemment obligés de sortir de leur trou pour respirer librement; c'est dans ces conditions qu'ont été trouvés le squelette entier d'Hyène que j'ai montré il y a deux ans à l'Académie, quatre têtes d'Hyènes, un squelette presque entier de Loup qui n'est pas encore monté et décrit, deux autres têtes de Loups, huit têtes d'*Ursus spelæus* et le squelette de la petite variété d'*Ursus spelæus* que M. Regnault vient de donner au Muséum.

» Il me semble que la grotte de Gargas peut fournir quelques renseignements utiles pour l'étude de la chronologie des phénomènes glaciaires. Déjà il résulte des recherches de MM. Piette, Trutat et d'autres géologues que, malgré la quantité de débris de Rennes accumulés dans les dépôts de l'âge magdalénien, cet âge ne correspond nullement à l'époque de la grande extension des glaciers et appartient à une époque plus récente où les glaciers avaient un bien moindre développement. Ce que l'on voit à Gargas montre également que l'âge pendant lequel l'*Ursus spelæus* et plusieurs autres bêtes fossiles dominaient encore est postérieur à la grande extension des glaciers; en effet, quand on descend de Gargas à Saint-Bertrand de Comminges, on observe des boues glaciaires et des débris de rochers souvent énormes qui proviennent d'anciennes moraines et indiquent que la grotte a été entourée de glace. Ce n'est sans doute pas à ce moment de la grande extension des glaciers que la puissante faune de Gargas a pu se développer. MM. Regnault et Trutat m'assurent que la grotte renferme des cailloux de roches différentes de celles des pays environnants et qui proviennent né-

cessairement de moraines. Ainsi le grand âge glaciaire serait antérieur à l'époque où a régné l'*Ursus spelæus*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Renseignements divers recueillis sur le tremblement de terre du 23 février* 1887; par M. F. **Fouqué**.

« Parmi les nombreux documents que j'ai reçus des savants les plus compétents dans les questions de Physique terrestre, je signalerai les suivants :

» M. João Capello, directeur de l'observatoire de Lisbonne, a bien voulu m'envoyer le tracé des courbes magnétiques enregistrées par les instruments de son observatoire. Les trois courbes indiquent une perturbation magnétique à $5^h 52^m$ du matin le 23 février, mais cette perturbation est si faible qu'elle eût passé inaperçue si l'on n'avait eu connaissance auparavant du tremblement de terre.

» Les mêmes instruments avaient indiqué des perturbations beaucoup plus fortes lors du tremblement de Lisbonne et Funchal, le 22 décembre 1884, et lors du tremblement de terre de l'Andalousie, le 25 décembre de la même année. La première de ces perturbations avait eu lieu à $4^h 26^m$ du matin, la seconde à $9^h 20^m$ du soir.

» A Wilhemshafen, M. Eschenhagen m'annonce, d'après les renseignements qui lui ont été fournis par M. le professeur Börgen, directeur de l'observatoire, qu'un seul des trois instruments magnétiques de l'établissement, la balance magnétique, a présenté une perturbation dans son tracé.

» Les oscillations anormales ont commencé à $5^h 50^m$ du matin le 23 février (ou, plus exactement, à $6^h 13^m$, heure de Wilhemshafen); elles ont atteint leur maximum à $5^h 51^m$ et ont duré jusqu'à $6^h 4^m$. La limite d'erreur dans l'appréciation de l'heure est d'environ une demi-minute. De ce fait qu'un seul des instruments magnétiques de Wilhemshafen a présenté une perturbation dans ses indications, M. Eschenhagen croit pouvoir conclure que la perturbation est due à une action mécanique, à une secousse transmise par le sol. Lors du tremblement de terre de 1884 en Andalousie, j'avais moi-même adopté cette conclusion pour les faits du même genre, et songé à utiliser les irrégularités des tracés magnétiques pour calculer les vitesses de propagation des secousses dans le sol. Mais, ayant peu après visité l'observatoire de Montsouris et ayant constaté que les courbes tracées

par les instruments magnétiques présentaient à peine une trace sensible des ébranlements répétés occasionnés par le passage des trains des deux chemins de fer voisins, j'ai pensé que les irrégularités des courbes étaient produites par des actions magnétiques et non par des secousses communiquées par le sol. Cependant, entre ces deux opinions, la question ne peut être considérée comme définitivement tranchée. Il reste maintenant à chercher si tout tremblement de terre est nécessairement accompagné d'une perturbation magnétique. De plus, on peut se demander pourquoi la première secousse paraît être la seule à produire des phénomènes de ce genre et pourquoi les perturbations magnétiques se manifestent aussi inégalement dans les observatoires équidistants de l'épicentre. J'ajouterai, enfin, qu'il résulte des indications venues des divers observatoires, aussi bien cette fois-ci que lors du tremblement de terre du 25 décembre 1884, que *les perturbations magnétiques n'ont pas eu lieu rigoureusement au même moment, ni au moment précis de la première secousse*. Il y a cependant là une vérification à faire, vérification importante, car elle doit fournir un appoint considérable pour la solution de la question posée ci-dessus.

» On peut affirmer, en tous cas, que les actions magnétiques observées ne peuvent être la cause des secousses, qu'elles en sont tout au plus les conséquences.

» M. Cecilio Pujazon, directeur de l'observatoire de Séville, m'écrit que les appareils magnétiques de l'établissement qu'il dirige n'ont présenté, le 23 février dernier, aucune perturbation sensible dans le tracé de leur courbe. Là encore, il serait peut-être bon d'examiner de nouveau s'il n'y a pas eu quelque légère indication qui aurait passé inaperçue.

» Quant aux renseignements qui me sont parvenus de plusieurs observatoires sismologiques d'Italie, M. Offret accomplissant en ce moment une mission d'étude dans la région éprouvée par le tremblement de terre, je lui réserve le soin de faire connaître ces documents à l'Académie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Thore. — MM. Blanchard, A. Milne-Edwards, Van Tieghem, Bornet et Duchartre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les

Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chatin et Trécul.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Duchartre, Trécul et Chatin réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cosson et Pasteur.

Grand prix des Sciences physiques (*Étudier les phénomènes de la phosphorescence chez les animaux*). — MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, A. Milne-Edwards, Blanchard et Becquerel réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Cornu.

Prix Bordin (*Étude comparative des animaux d'eau douce de l'Afrique, de l'Asie méridionale, de l'Australie et des îles du grand Océan*). — MM. de Quatrefages, Blanchard, A. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers et Ranvier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Grandidier et Sappey.

Prix Bordin (*Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux vertébrés à sang chaud, Mammifères et Oiseaux*). — MM. A. Milne-Edwards, Blanchard, de Quatrefages, Sappey et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Brown-Séquard.

Prix Savigny, fondé par M[lle] Letellier. — MM. de Quatrefages, A. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers et Grandidier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Cosson.

RAPPORTS.

Rapport sur le Mémoire présenté à l'Académie par MM. Guyou *et* Simart, *lieutenants de vaisseau, intitulé : « Développements de géométrie du navire, avec application aux calculs de stabilité du navire ».*

(Commissaires : MM. Phillips, Maurice Lévy, Sarrau; de Jonquières, rapporteur.)

« Lorsqu'un corps pesant, quelle qu'en soit la figure, flotte sur une eau tranquille, en conservant, dans toutes les positions qu'il y prend sous l'in-

fluence d'un dérangement initial, un *déplacement* constant [1], la loi de succession des états *statiques* par lesquels il passe ne dépend que de deux *éléments*, fonctions de sa figure extérieure, qui sont :

» La surface (S), lieu des centres de gravité de ses surfaces de flottaison successives ;

» La surface (Σ), lieu des centres de gravité des volumes d'eau consécutifs, ou *isocarènes*, qui correspondent à ces flottaisons.

» Ces deux surfaces jouent, par rapport aux questions d'hydrostatique qui intéressent le flotteur, un rôle analogue (afin de fixer les idées par une *comparaison*) à celui que l'*ellipsoïde central* de Poinsot remplit dans les questions de dynamique, lorsqu'il s'agit du mouvement de rotation d'un corps matériel, dont la figure extérieure se trouve ainsi éliminée en quelque sorte, avec toutes les irrégularités qu'elle peut offrir.

» Dès lors, on comprend *a priori* l'importance fondamentale que la connaissance, aussi exacte et complète que possible, de ces deux surfaces présente pour la solution de toutes les questions concernant la *géométrie du navire*. S'il s'agit, en particulier, de celles qui ont pour objet l'étude de la *stabilité* sous une inclinaison quelconque par rapport à la position initiale du flotteur, comme cette stabilité se trouve (à cause de la figure qu'ont en général les vaisseaux) assurée, par *a fortiori*, dans tous les autres plans verticaux où cette inclinaison peut se produire lorsqu'elle l'est, pour le même angle, dans le plan *latitudinal* (perpendiculaire à l'axe *longitudinal* du navire), on n'a même plus besoin de s'occuper des surfaces (S) et (Σ), mais seulement des courbes (F) et (C), suivant lesquelles les cylindres circonscrits à ces surfaces, parallèlement à l'axe longitudinal, sont coupés respectivement, par ce plan transversal-latitudinal, et qui ont reçu les noms de *courbe des centres de flottaison*, ou courbe (F), et *courbe des centres de carène*, ou courbe (C).

» Bouguer d'abord (1746), puis Charles Dupin (1814) avaient signalé le rôle important de ces deux courbes *caractéristiques* dans les questions dont il s'agit. Mais, comme leur figure dépend de celles des surfaces latérales du corps flottant, qui ne sont pas, en général, définies mathématiquement; comme, par suite, on n'aperçoit pas d'accès facile vers leur détermination

---

[1] Cette restriction n'est exprimée ici que pour plus de clarté dans l'exposition; car on en peut faire, et nos auteurs en font d'abord abstraction dans la méthode *très générale* qu'ils exposent, sauf à y revenir lorsqu'ils l'appliquent au calcul de la stabilité des *navires*, où elle se présente d'elle-même.

rigoureuse, ni même approximative, ces géomètres s'étaient bornés, le premier, à la détermination du rayon de courbure de la courbe (C); le second, à celle du rayon de courbure de la courbe (F). Plus tard, Bravais (1837), reprenant l'étude de la courbe (C), trouva l'expression (sous une forme d'ailleurs compliquée et peu propre aux applications) du rayon de courbure initial de la deuxième développée. C'était, en d'autres termes, pousser l'approximation au troisième ordre, au lieu de s'arrêter au premier, comme ses deux devanciers. Là s'étaient arrêtés les résultats obtenus par ces trois géomètres. En outre, les méthodes *particulières* qui les y avaient conduits ne semblaient pas susceptibles de recevoir une plus grande extension, et l'on ne pouvait, après eux, espérer d'obtenir quelque nouveau progrès dans la théorie qu'à la condition de perfectionner, ou plutôt de changer la méthode d'investigation. C'est, comme on va le voir, ce qu'ont fait les auteurs du présent Mémoire, pour arriver, d'un seul coup, à tel ordre d'approximation qu'on désire, c'est-à-dire à la solution générale du problème.

» Ce n'est pas qu'à l'époque de Bouguer, de Dupin, ni même de Bravais, il y eût lieu de regretter beaucoup le temps d'arrêt subi par la théorie, lorsqu'il ne s'agissait que de l'appliquer à l'art de la construction navale. A cette époque, qui n'est pas très ancienne, les plans des différents types de navires étaient invariablement tracés d'après des modèles déjà exécutés et éprouvés à la mer, et dont on s'écartait à peine dans leurs lignes principales. Cette grande analogie dans les formes permettait, en effet, de se contenter, pour les navires à construire, de la connaissance du rayon de courbure initial de la courbe des centres de carène (C). Mais depuis lors, par suite de l'introduction, dans la composition des flottes militaires ou commerciales, de types variés, absolument nouveaux, pour lesquels on manquait de précédents et, par suite, de contrôle, il est devenu indispensable de calculer l'élément qu'on nomme *bras de levier de la stabilité* jusqu'aux inclinaisons extrêmes du navire, pour lesquelles le *platbord* commence à immerger, ou, ce qui revient au même, de déterminer la forme exacte de la courbe précitée jusqu'aux mêmes limites, ce qui implique aussi, comme il va être dit, celle de la courbe (F).

» D'ailleurs, grâce à une élégante et simple propriété, que M. Guyou a fait connaître dans un Mémoire inséré à la *Revue maritime pour* 1883, et qui permet de ne pas tenir compte, dans les calculs primordiaux, des variations incessantes du chargement du navire, la méthode proposée par nos auteurs satisfait à toutes les exigences. Elle repose sur une détermi-

nation complète des courbes caractéristiques (F) et (C), exprimées par deux séries, toujours convergentes dans les conditions admises, dont les valeurs des coefficients sont déterminées *a priori*, et mathématiquement, en fonction des équations (rigoureuses, ou approchées) des surfaces qui forment les parois *latérales* du navire, ou, plus généralement, du flotteur. Ces valeurs sont, elles-mêmes, très simples, linéaires et, par suite, faciles à calculer, sans qu'on ait à redouter aucune erreur dans les opérations numériques à effectuer.

» La simplicité des résultats résulte d'une propriété nouvelle, et très importante, même au point de vue abstrait, qui a été mise en lumière par une ingénieuse et savante application de la formule dite *série de Lagrange*, étendue au cas où les deux paramètres qu'elle renferme sont fonctions d'une même variable indépendante.

» Il est aisé de comprendre *a priori* pourquoi et de quelle façon la *série de Lagrange* intervient dans la solution. En effet, comme les figures des courbes fondamentales et caractéristiques (F) et (C) sont intimement liées à celles des parois du flotteur; que, d'autre part, la donnée première et naturelle du problème est l'inclinaison φ du navire, combinée avec l'invariabilité du volume immergé, donc, en définitive, est la tangente à la courbe (F) menée sous cette inclinaison, on voit qu'il est indispensable d'exprimer les équations (exactes, ou seulement graphiquement approchées, selon le cas) qui représentent ces parois par des coordonnées rectangulaires, en fonction de l'angle φ, c'est-à-dire en fonction de deux coordonnées polaires *d'un nouveau genre*, savoir cet angle φ lui-même et la position qu'occupe la tangente, le long de laquelle doit être mesurée, à partir de son point (*variable*) de contact avec la courbe (F) sur laquelle elle roule, la distance de ce point à la courbe de la paroi dont on veut obtenir l'équation dans ces nouvelles coordonnées. Nous ne pouvons, sous peine de trop étendre ce Rapport, que renvoyer à la lecture du Mémoire lui-même, pour les détails de cette extension, très ingénieuse et féconde, de la série de Lagrange et de son application à la recherche de la stabilité, ainsi que pour la discussion des conditions de convergence des séries employées, qui a été habilement traitée par nos auteurs.

» Ajoutons seulement que, dans le mode de représentation des *formes* du navire sur les plans ou sur le devis de construction, les coordonnées des parois sont exprimées en fonction de deux coordonnées *rectangulaires* y et z dans chacune des sections transversales, ou *couples* (comme on les appelle en marine), la coordonnée x, comptée sur l'axe longitudinal du

vaisseau, étant réservée pour définir la position d'un quelconque de ces couples le long de la quille[1]. Les courbes (F) et (C), au contraire, sont exprimées, chacune (en fonction de la longueur σ de l'arc, mesuré à partir de l'origine, et de l'inclinaison φ de la tangente en son extrémité), par une équation *curvo-polaire*, dont Bravais avait déjà fait usage et qui est de la forme

$$\sigma = \sigma_0 + \varphi\sigma'_0 + \frac{\varphi^2}{1.2}\sigma''_0 + \ldots + \frac{\varphi^n}{1.2\ldots n}\sigma_0^{(n)} + \ldots;$$

les quantités $\sigma', \sigma'', \ldots, \sigma^{(n)}$ sont les dérivées successives de σ, en y faisant $\varphi = 0$, conformément à la règle de Maclaurin, applicable dans le cas actuel, vu les limites adoptées par les auteurs du Mémoire.

» Nous n'entrerons pas ici dans de plus longs détails, qui ne pourraient que reproduire le texte, déjà très concis, du Mémoire.

» Nous nous bornerons à dire qu'il se termine (1er cahier) par une application au calcul de la stabilité d'un cuirassé de premier rang (l'*Amiral-Duperré*). Les seuls résultats utiles à déterminer sont alors :

» 1° La hauteur d, sur l'axe vertical, du point où cet axe est coupé par une flottaison isocarène inclinée de l'angle quelconque φ ;

» 2° Le *bras de levier* Δ de la *stabilité* pour cette même inclinaison.

» On a pour cette détermination, en poussant les séries plus loin que l'exige la pratique, les deux formules suivantes :

$$d = \sigma'_0 \frac{\varphi^2}{2} + (\sigma'''_0 + 5\sigma'_0)\frac{\varphi^4}{24} + (\sigma^{\text{v}}_0 + 16\sigma'''_0 + 61\sigma'_0)\frac{\varphi^6}{1.2\ldots6} + \ldots,$$

$$\Delta = \Sigma'_0\varphi + (\Sigma'''_0 - \Sigma'_0)\frac{\varphi^3}{6} + (\Sigma'_0 - \Sigma'''_0 + \Sigma^{\text{v}}_0)\frac{\varphi^5}{120}$$
$$+ (\Sigma^{\text{vii}}_0 - \Sigma^{\text{v}}_0 + 29\Sigma'''_0 - 7\Sigma'_0)\frac{\varphi^7}{5040} + \ldots,$$

---

(1) C'est parce que MM. Simart et Guyou ont eu l'heureuse idée (suggérée par une habile intuition) de prendre z pour variable indépendante, au lieu de y qu'avait adoptée Bravais, que, tout en retrouvant pour la formule qui donne l'approximation du troisième ordre dans le problème actuel le même résultat que ce savant, ils en donnent une expression beaucoup plus simple, tandis que celle à laquelle Bravais est parvenu par une marche délicate, semi-géométrique, semi-analytique, se fût très difficilement prêtée au calcul numérique, si l'on eût été tenté d'en faire usage. Au reste, l'application ne semble pas en avoir jamais été faite, car la *Thèse* de Bravais n'est, que nous sachions, citée dans aucun des ouvrages publiés depuis lors sur la *Théorie du navire*, soit en France, soit à l'étranger, où ces matières ont, depuis une vingtaine d'années, été cultivées avec talent par des savants tels que MM. Rankine, Froude, Reed, etc.

lesquelles, en faisant usage des développements des fonctions et dérivées (présentés sous forme de Tableaux qui font suite au Mémoire), fournissent des résultats concordant très bien avec ceux obtenus, mais beaucoup plus laborieusement, par la méthode Reech-Risbec ([1]), ce qui confirme d'ailleurs l'exactitude de l'une et de l'autre pour l'application à cet exemple particulier.

» *Conclusions.* — En résumé, le Mémoire de MM. Simart et Guyou marque un progrès important dans la science difficile de la *géométrie du navire.* Le pas qu'il y fait est considérable et résout définitivement le problème du calcul de la stabilité sous un angle d'inclinaison quelconque, aussi bien au point de vue théorique qu'à celui de l'application.

» L'utilité pratique qu'en retirera l'art de la construction des vaisseaux résulte non seulement de la certitude et de l'uniformité de la méthode mathématique que présentent ces auteurs, mais encore de la simplicité et de la promptitude de son application, puisqu'elle réduit des trois quarts ou des quatre cinquièmes la durée des calculs laborieux qui, jusqu'à ce jour, étaient nécessaires pour obtenir le résultat désiré.

» En conséquence, par ces deux considérations qui sont l'une et l'autre très propres à toucher l'Académie, gardienne vigilante des intérêts de la Science, votre Commission a l'honneur de vous demander de vouloir bien ordonner l'insertion du Mémoire de MM. Guyou et Simart dans le *Recueil des Mémoires des Savants étrangers à l'Académie.*

» Les conclusions de ce Rapport sont adoptées. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur les effets des transfusions de sang dans la tête des animaux décapités.* Deuxième Note de MM. **G. Hayem** et **G. Barrier.**

« Le dispositif que nous avons adopté pour cette seconde série de recherches nous permet de faire passer instantanément, à un moment convenu à l'avance et relevé sur un chronomètre à secondes, le sang arté-

(1) Une Planche annexe fait ressortir aux yeux cette concordance des résultats obtenus par les deux méthodes. On n'a même pas eu besoin d'y employer les termes en φ^6 et en φ^7.

riel d'un cheval vivant dans les deux carotides d'une tête détronquée de chien. De cette façon, il nous est facile de pratiquer nos transfusions avant que la tête soumise à l'expérience devienne inerte, c'est-à-dire à un moment quelconque de la période qui suit immédiatement la décollation et que nous avons désignée sous le nom de *période agonique*.

» Il est essentiel, pour que les effets de ces transfusions soient complets, que l'irrigation sanguine soit abondante et suffisamment prolongée, conditions qui se trouvent bien réalisées à l'aide d'un cheval vivant.

» La première question intéressante à résoudre était celle de savoir jusqu'à quel moment de la période agonique le sang artériel est capable de faire réapparaître des manifestations conscientes et volontaires.

» Grâce aux conditions que nous venons d'indiquer, nous avons pu encore en obtenir à l'aide d'une transfusion faite dix secondes après la décollation, tandis que la même opération pratiquée après quinze secondes ne provoque plus l'apparition d'actes de cette nature. Nous pouvons donc dire que la possibilité de ranimer les centres supérieurs de l'encéphale, en se servant de sang oxygéné, cesse entre la onzième et la seizième seconde.

» Ce premier résultat, sur lequel nous attirons l'attention, ne veut pas dire que la volonté et la conscience sont conservées, après la détroncation, pendant le temps relativement long de dix secondes. Il nous a toujours paru extrêmement probable, sinon absolument certain, que la décapitation produit immédiatement ou presque immédiatement une perte du sentiment et de la volonté, une sorte d'état syncopal.

» Mais il résulte clairement des faits que nous avons observés que, au cours de cet état, les éléments anatomiques des centres sensitifs et excito-moteurs possèdent encore, au bout de dix secondes, la faculté de reprendre, sous l'influence du sang artériel, leur activité propre.

» Nous considérons comme preuves de ce fait important la production, pendant la transfusion, de mouvements coordonnés complexes d'apparence spontanée ou provoqués par l'excitation de la sensibilité générale et des sens spéciaux. Nous rangerons parmi les manifestations de cet ordre : les mouvements des globes oculaires dans les orbites, mouvements spontanés ou suscités, soit par l'approche d'une lumière vive, soit par l'appel de la voix; les soubresauts de toute la tête produits par des contractions des muscles cervicaux sous l'influence de la douleur ou de la crainte; les déplacements d'ensemble dus aux mêmes muscles, portant l'extrémité de la tête alternativement à droite ou à gauche, comme pour fuir; les contractions mimées des muscles faciaux donnant au regard et à la physionomie

une expression particulière de souffrance ou d'effroi; les efforts de lapement, notés parfois quand on approche une écuelle d'eau près de la gueule; le redressement des oreilles à l'appel de la voix; l'action de croquer ou de rejeter un morceau de sucre introduit dans la gueule; les efforts de la langue, soit pour se débarrasser d'une substance amère mise en contact avec elle, soit pour lécher le museau; enfin peut-être aussi la possibilité d'émettre, dans certains cas, des cris plaintifs quand on fait passer à travers la glotte un courant d'air par le tronçon de trachée attenant au larynx.

» Nous ferons remarquer que, dans les transfusions hâtives, faites pendant les quatre premières secondes de la période agonique, on voit cesser les mouvements convulsifs, tandis que dans les transfusions plus tardives, les phénomènes de contracture persistent, particulièrement dans la mâchoire et dans la langue.

» Évidemment, lorsque les centres encéphaliques ont subi, pendant plusieurs secondes, les effets de l'anémie totale, quelques-uns d'entre eux restent, malgré la transfusion, dans un état prononcé d'hyperexcitabilité.

» Quand on a dépassé la limite de cette première phase, on constate immédiatement un grand changement dans les résultats de la transfusion. Les manifestations précédemment énumérées font défaut. Cependant, l'apport de sang artériel dans la tête permet encore de noter des mouvements multiples des trois ordres : divers *mouvements convulsifs*, des *mouvements réflexes* et des *mouvements automatiques*.

» Les mouvements convulsifs ont lieu dans les paupières, parfois aussi dans les muscles des yeux (*nystagmus*); il s'y joint de la contracture des mâchoires et une forte rétraction de la langue.

» Les réflexes sont constitués presque uniquement par le réflexe oculaire (palpébral et cornéen) et le clignement spontané des yeux. Le réflexe cutané est éteint ou sur le point de l'être. Dans ce dernier cas, il ne se traduit plus que par la fermeture des paupières sous l'influence d'une excitation des nasaux.

» Il faut noter aussi la possibilité d'augmenter la rétraction de la langue en la pinçant. Enfin le tableau est complété par la production, plus ou moins fréquente et régulière, d'efforts respiratoires automatiques.

» Après cette deuxième phase, on entre dans celle que nous avons déjà indiquée comme se prolongeant plusieurs minutes après la période agonique. A ce moment, on n'obtient plus que le réflexe oculaire (palpébral et cornéen) et les mouvements respiratoires automatiques.

» Enfin, la dernière phase se montre vers la dixième minute après la décapitation. La transfusion prolongée ne provoque plus, à cette époque, qu'un petit nombre d'efforts respiratoires incomplets, caractérisés par un faible mouvement des narines et des lèvres (sans écartement des mâchoires), accompagné d'une rétraction à peine sensible de la langue. Le réflexe oculaire ne réapparaît plus.

» A partir de la douzième minute, la tête reste définitivement inerte ; la transfusion ne suscite plus que des contractions fibrillaires, dues à l'action directe du sang sur les muscles.

» *En résumé*, ces expériences établissent :

» 1° Que le temps pendant lequel il est possible, après la décapitation, d'entretenir ou de faire réapparaître, à l'aide de la transfusion de sang artériel, l'activité des centres corticaux sensitivo-moteurs, est extrêmement court et environ de dix secondes ;

» 2° Que la faculté de reprendre une certaine activité sous l'influence de l'apport de sang oxygéné se perd dans les centres encéphaliques de haut en bas, des couches corticales aux foyers bulbaires, et que, à cet égard, le dernier survivant de ces centres, l'*ultimum moriens*, est le noyau inférieur du facial ;

» 3° Qu'à partir de la douzième minute après la décollation, aucun des centres encéphalo-bulbaires ne répond plus à l'excitation produite par la reconstitution d'une active circulation de sang oxygéné. »

PHYSIOLOGIE. — *De la sensibilité de la vessie à l'état normal et pathologique.* Note de M. F. Guyon.

« I. A l'état normal, la sensibilité de la vessie ne se manifeste que par le besoin d'uriner. Établir dans quelles conditions physiologiques ce besoin se produit est le premier et principal objectif de nos recherches.

» En voici les conclusions :

» 1° A l'état physiologique, le besoin d'uriner ne se produit que sous l'influence de la tension des parois de la vessie; 2° la contraction du muscle vésical précède invariablement la manifestation de ce besoin, qui n'est perçu que lorsque cette contraction est portée à un certain degré; 3° le besoin d'uriner ne dépend pas de la mise en action d'une sensibilité, en quelque sorte élective, ayant un centre spécial dans un point déterminé

de la muqueuse du col ou du corps; cette sensation a son siège dans la totalité de l'organe.

» 1° Dans la vessie normale, la sensation au contact est nulle pour les liquides non irritants; elle est obtuse pour les solides. Quels que soient les mouvements du corps, le contact de l'urine n'est pas perçu.

» Le sujet en expérience n'accuse jamais la sensation de pénétration d'un liquide, à température d'environ 20°, dont la présence ne se révèle qu'après un certain degré de réplétion de la vessie; il perçoit celle des liquides chauds et froids ou suffisamment irritants; le besoin d'uriner succède bientôt à cette sensation. Les instruments souples ne produisent dans la vessie aucune sensation particulière; les sensations urétrales seules sont exprimées. Les instruments rigides déterminent une sensation obtuse, parfois plus prononcée au pourtour du col, mais qui ne se traduit pas par le besoin d'uriner. Ce besoin naît secondairement par l'exagération du contact, sa prolongation *in situ*, mais surtout par sa répétition, c'est-à-dire *par des excitations successives*. Indifférente ou peu sensible aux contacts, *tant qu'elle reste saine*, la vessie répond par la manifestation du besoin d'uriner à la mise en tension de ses parois sous une quantité de liquide variable en rapport avec la sensibilité vésicale qui est régie, même à l'état normal, par des conditions diverses d'ordre physique ou psychique. La vessie n'a pas, en effet, de capacité anatomique, mais seulement une capacité physiologique [1]. Le chloroforme, qui supprime totalement la sensibilité au contact, laisse subsister, ainsi que je l'ai démontré, la sensibilité à la tension. La différence essentielle entre les effets du contact et ceux de la tension est donc expérimentalement établie.

» 2° La tension précède la sensation. En étudiant la résistance du piston d'une seringue, en lisant sur un manomètre à cadran le degré de pression du liquide injecté, l'expérimentateur constate l'établissement et l'augmentation progressive de la tension avant que le sujet témoigne le besoin d'uriner. La contraction suit immédiatement la mise en tension, et le besoin d'uriner succède à la contraction; il résulte donc *d'un certain degré de contraction*. La contraction a d'abord été inconsciente; si, lorsqu'elle a été perçue, on prolonge l'expérience en maintenant dans la vessie la même quantité de liquide, l'aiguille manométrique ne tarde pas à baisser,

---

(1) Ces faits, que la clinique m'a depuis longtemps appris, ont été expérimentalement démontrés par MM. Mosso et Pellacani, dans leur remarquable travail sur les fonctions de la vessie (*Arch. ital. de Biologie*, 1882.)

tandis que le besoin d'uriner s'émousse et disparaît pour ne reparaître que plus tard. Cette diminution de tension est évidemment due à la contraction moindre de la fibre musculaire. Ajoute-t-on du liquide, la tension augmente, et l'envie reparaît intense et même douloureuse. Ces expériences reproduisent ce qui se passe à l'état normal. Les relations si étroites de ces deux phénomènes, contraction et production de la sensation, conduisent à penser que c'est surtout peut-être à la fibre musculaire en action qu'est due la mise en jeu de la sensibilité.

» 3° La sensation du besoin d'uriner a son siège dans la totalité de l'organe. Si, plaçant l'extrémité d'une sonde d'assez gros calibre dans l'urètre postérieur, on y fait passer un courant abondant de liquide qui pénètre de là dans la vessie, le contact de ce liquide n'est jamais senti, et l'envie d'uriner ne se manifeste que lorsque la quantité de l'injection a été suffisante pour établir la tension vésicale. Les instillations de liquide simple ou de solutions de nitrate d'argent dans cette région du canal ne déterminent jamais immédiatement le besoin d'uriner, mais secondairement, après action cathérétique sur la muqueuse vésicale.

» Les corps durs ne déterminent de sensation vive qu'au niveau de la portion membraneuse; cette sensation ne se traduit jamais par le besoin d'uriner. Dans la portion prostatique, elle apparaît *passagèrement*, chez quelques sujets, et ne devient définitive que lorsque l'instrument a soumis le corps de la vessie à des contacts successifs. L'anneau du col et sa face urétrale peuvent fournir les mêmes phénomènes, sa surface interne ou vésicale ne les présente pas. La pression en masse de cette région, pratiquée par le rectum, amène les mêmes résultats. A l'état normal, l'urètre profond et le col de la vessie sont donc plus sensibles que son corps; mais cette sensibilité n'est éveillée que par l'action des corps solides; elle ne l'est à aucun degré par les liquides. Nos observations et nos expériences démontrent donc que le besoin d'uriner résulte de l'excitation directe de la paroi de la vessie, soit par la tension qui la réalise au plus haut degré, soit par des contacts successifs, et non de la pénétration de l'urine dans la région prostatique, selon la théorie de Küss et du professeur Duval.

» II. A l'état pathologique la sensibilité de la vessie est essentiellement constituée : 1° par l'exaltation de sa sensibilité à la tension; 2° par l'acuité plus ou moins vive de la sensibilité aux contacts.

» *La sensibilité vive aux contacts constitue donc un état pathologique puisqu'elle est de création morbide.* La distension de la vessie, avant même d'être douloureuse, détermine du côté du rein un état congestif réflexe qui se

traduit par une suractivité fonctionnelle et qui devient intense avec l'état douloureux excessif. Ces faits, que m'avait depuis longtemps appris l'observation, et expérimentalement démontrés sur ma demande par le Dr Tuffier, prouvent que la tension et surtout la distension vésicales, déjà à craindre à l'état physiologique, sont très à redouter à l'état pathologique.

» A l'état physiologique on devra particulièrement s'en préserver lorsque les modifications apportées par l'âge mettent l'appareil urinaire en imminence morbide. A l'état pathologique, le chirurgien doit à tout prix y soustraire ses malades, soit par des opérations, soit par le cathétérisme opportun et méthodique, bannissant de sa pratique tout ce qui peut provoquer cette distension.

» Au point de vue physiologique pur, la réaction si évidente de la vessie pathologique au contact était d'un intérêt non moins grand. Elle m'a, en effet, permis de nettement apprécier le degré proportionnel de la sensibilité du col et du corps. De très nombreuses observations me paraissent avoir démontré que la réaction sensible est partout la même sur tous les points de la surface interne de la vessie. Le col perd à ce point de vue sa petite suprématie de l'état physiologique. S'il y avait une différence dans le degré des sensibilités, elle serait en faveur du corps de la vessie. Aussi ai-je pu prouver que, dans les états douloureux de la vessie, ce que l'on croyait être une contracture du col est en réalité une contracture du corps; j'en ai conclu que, dans les opérations qui ont pour objet principal de lutter contre un état douloureux grave, la section du corps de la vessie, déjà faite pour d'autres motifs, est préférable à celle du col. Plusieurs faits opératoires m'ont mis à même de constater que, là encore, les résultats de la clinique étaient d'accord avec les prémisses posées par l'étude physiologique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 23 février.* Note du P. **F. Denza**.

(Renvoi à la Commission.)

« J'ai lu, dans les *Comptes rendus* de l'Académie, qu'aux observatoires de Perpignan, Lyon, Paris, on a observé des trépidations dans le magnétomètre enregistreur. Nous n'avons pas, à l'observatoire de Moncalieri, d'ap-

pareils magnétiques enregistreurs; mais nous observons les instruments neuf fois par jour, c'est-à-dire toutes les trois heures, depuis 6^h du matin jusqu'à 9^h du soir, et à 8^h du matin, 2^h et 8^h du soir.

» Or, le matin du 23 février, le magnétomètre, à 6^h, 8^h et 9^h du matin, c'est-à-dire à $5^h 39^m$, $7^h 39^m$ et $9^h 39^m$ (temps moyen de Paris), a montré les perturbations que nous sommes habitués à observer, depuis plusieurs années, lors des tremblements de terre, qui sont relativement fréquents dans ces vallées alpines et ailleurs en Italie. Ces perturbations sont d'une nature tout à fait spéciale : ce sont toujours des vibrations s'effectuant dans le sens vertical, plus ou moins intenses et peu sensibles dans le sens horizontal. Elles n'altèrent pas la marche diurne des éléments magnétiques et sont tout à fait différentes des mouvements qui correspondent aux perturbations magnétiques produites par les aurores boréales et par les autres bourrasques magnétiques.

» L'élément le plus difficile à déterminer, pour ce qui concerne les tremblements de terre, c'est l'heure précise du commencement des secousses. Voici cependant, telle que j'ai pu la recueillir jusqu'ici, la liste des points où l'instant précis de la première secousse, la plus intense, a été enregistré (temps moyen de Rome) :

	h m s
Moncalieri	6.22
Bologne	6.22.50
Milan	6.23
Crémone	6.23
Parme	6.23
Plaisance	6.23
Nervi (Ligurie)	6.24
Florence	6.25
Velletri (Rome)	6.26

» Les appareils magnétiques de notre observatoire ont montré la même perturbation que le matin du 23 février, quoique moins intense, le matin du 25 février et du 4 mars, en correspondance avec les secousses secondaires qui se succédaient dans ces jours sur la rivière et ailleurs. »

GÉOLOGIE. — *Premiers résultats d'une exploration de la zone ébranlée par le tremblement de terre du 23 février.* Note de M. **Stanislas Meunier**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission.)

« En parcourant la région comprise entre Cannes et Gênes, j'ai été frappé de traverser successivement une série de maxima et de minima de trépidation, révélés par l'importance des ruines.

» En traçant sur une Carte l'intensité constatée en chaque point du littoral, qu'on peut représenter, par exemple, par des teintes de plus en plus foncées, on voit se dessiner des bandes parallèles, dirigées du sud-est au nord-ouest et qui affectent une symétrie remarquable. L'axe évident passe par Diano-Marina, où tout a été renversé, même les petits murs mitoyens des champs qui, vu leur peu de hauteur, ont partout mieux résisté que les autres constructions. A l'est comme à l'ouest, se montrent des bandes relativement préservées et dans chacune desquelles se constatent des gradations ménagées vers un minimum placé, à l'est vers Loano et à l'ouest vers Bordighera. En Italie, un nouveau maximum, mais plus faible que celui de Diano-Marina, s'annonce progressivement et apparaît à Noli : il a son symétrique occidental dans le maximum relatif de Menton. A l'est de Noli, un minimum très clair est à Vado et, à sa suite, un maximum de troisième intensité à Albissola. Le symétrique, à l'ouest, comprend le minimum de Villefranche et de Beaulieu, et le maximum (d'intensité peut être moindre que celui d'Albissola) que présente Nice.

» En dehors de ces bandes et des deux côtés, le phénomène s'atténue très rapidement : Cannes et Gênes sont sensiblement indemnes; d'où l'on voit que la région orientale de la zone, malgré la symétrie évidente, est un peu plus resserrée que la région occidentale, en même temps que la trépidation y a été plus violente.

» Malgré l'absence de précision en un pareil sujet, on peut essayer de donner des faits une sorte de représentation au moyen d'une courbe dont les abscisses seraient les distances kilométriques et les ordonnées, les intensités relatives de la secousse, représentées d'ailleurs fort approximativement. Ce tracé montre comment de certains minima, situés près de l'axe et surtout vers l'est, comme Vado, peuvent avoir été aussi éprouvés, et plus, que des maxima de la région marginale, comme Nice.

» Si l'on rapproche ces notions dynamiques des résultats offerts par l'étude géologique du sol, on retrouve, entre les deux ordres de faits, une analogie évidente et comme une sorte de parallélisme. Diano-Marina est précisément sur le prolongement de la crête granitique principale de la chaîne des Alpes, allant de Barcelonnette à Tende, et sur laquelle passe la frontière. A Savone comme à Cannes, affleurent des roches cristallines dont l'intervalle consiste en bandes nord-ouest à sud-est de terrains jurassique, crétacé et éocène, abstraction faite du pliocène et du quaternaire, qui forment des lambeaux tout à fait superficiels.

» Les faits qui précèdent évoquent involontairement le souvenir de phénomènes acoustiques. Les maxima des ruines se présentent comme des ventres d'ondulations, les minima comme des nœuds.

» Maintenant, si l'on passe de l'examen général du phénomène à l'étude des détails, on voit, dans une foule de cas, des contrastes qui appellent une explication spéciale. Presque partout, à côté de ruines, des points ont été plus ou moins préservés. Au contact de la ville neuve de Nice, où il y a tant de crevasses et d'effondrements, la ville vieille et les hauteurs de Cimiez sont presque intactes. A Menton, dès qu'on passe des bords du Caréi à la vieille ville, les maisons en parfait état succèdent aux décombres. Près d'Albissola, qui est fort éprouvée, et où la voie du chemin de fer, comme la route de terre, sont traversées de crevasses ouvertes en même temps que le pont s'écroulait, on voit les ruines disparaître en même temps que le sol s'élève. Dans la zone même du maximum principal, Diano-Castello, qui domine Diano-Marina, est déjà sensiblement moins ravagé que ce dernier, et vers Cervo le dommage est relativement faible.

» Il y a, dans tous ces exemples, une influence évidente de la roche superficielle qui a modifié les caractères des pulsations reçues d'en bas. Les points ruinés sont constitués par des lambeaux détritiques : poudingues pliocènes, sables quaternaires, etc. Au contraire, les localités moins ruinées sont sur la roche massive, calcaire, schiste, granite.

» Sans doute, il serait imprudent de formuler dès maintenant des conclusions sur des sujets si difficiles; j'ajouterai seulement que ce qu'il est possible d'observer directement sur la zone ébranlée ne concerne que des phénomènes secondaires qui laissent intacte la cause même des tremblements de terre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une corrélation entre les tremblements de terre et les déclinaisons de la Lune.* Note de M. **H. de Parville**, présentée par M. Mascart.

« On s'est demandé depuis longtemps s'il n'existerait pas quelque rapport entre les phases de la Lune et les tremblements de terre. Selon les statistiques d'Alexis Perrey et de quelques autres observateurs, les tremblements de terre apparaissent un peu plus nombreux aux syzygies qu'aux quadratures; mais l'écart est faible. Ainsi, Alexis Perrey a trouvé les nombres suivants :

Périodes.	Syzygies.	Quadratures.	Écarts.
1751-1800	1901	1754	147
1801-1850	3434	3161	273
1843-1872	8838	8411	427

» La différence en faveur des syzygies est toujours positive; toutefois, elle semble aller en diminuant, à mesure que l'examen porte sur un plus grand nombre de tremblements de terre. Dans les deux premières périodes, la proportion est de 4 pour 100 en faveur des syzygies; dans la dernière, la plus riche en secousses, elle n'est plus que de 2,5 pour 100. Les observations, telles qu'elles ont été enregistrées jusqu'ici, ne montrent donc pas une concordance vraiment probante entre les phases lunaires et les phénomènes sismiques. Cependant, on a inféré peut-être un peu vite qu'il ne saurait exister aucun rapport entre les mouvements de la Lune et les tremblements de terre. Il en existe un, au contraire, et très net.

» L'Académie sait que, depuis un quart de siècle, nous poursuivons systématiquement l'examen comparé des déclinaisons lunaires et des principaux phénomènes météorologiques. Nous avons compris dans cette étude les tremblements de terre. Or il résulte de nos recherches que, si, en effet, on ne voit se dessiner aucune corrélation entre les *phases lunaires* et les secousses sismiques, il s'en montre une très significative entre ces phénomènes et les *déclinaisons lunaires*. Depuis un siècle, les tremblements de terre bien caractérisés, c'est-à-dire en quelque sorte de notoriété publique, correspondent exactement à des déclinaisons déterminées; et même si exactement que l'on pourrait, à l'annonce d'un tremblement de terre, en déduire la déclinaison de la Lune. La loi se formulerait ainsi : *Les tremblements de terre se produisent soit à l'équilune, soit au lunistice, soit exactement quand le Soleil et la Lune ont la même déclinaison.*

» Dans les deux listes suivantes, qui mettent en évidence cette corréla-

tion, nous enregistrons seulement les principaux tremblements de terre, à date authentique, pour ne pas sortir des limites de place qui nous sont assignées. Ils sont arrivés exactement soit à l'équilune, soit au lunistice, quelquefois à un jour d'intervalle, très exceptionnellement à deux jours d'écart quand il y avait en même temps périgée, apogée ou encore « coïncidence de déclinaisons solaire et lunaire ». Assurément la période étudiée est relativement courte; cependant les rapports observés sont si frappants, si constants, si réguliers, qu'il devient difficile de n'y pas voir une relation quelconque de cause à effet ([1]).

» **1887.** 15 janvier, Japon, E.; 15 février, département de la Manche, C., L.; 22 février, Manche, C.; 23 février, Ligurie, Menton, Nice, C., A., E.; 3 mars, Calabre, Long-Island (New-York), L.; 11 mars, Ligurie, Nice, E. — **1886.** 14 mars, Grenade et Arenas, L.; 9 juin, Petropolis (Brésil), E.; 25 août, Sicile, Malte, etc., L.; 27 août, Athènes, Suisse, L., P.; 1er septembre, Pittsburg, Cleveland, Charleston en ruines, Washington, E.; 6 septembre, Colombie, Messénie (6000 maisons détruites), L.; 7 septembre, Sidi Aich (Algérie) et Grèce, L.; 4 octobre, secousses à Unst (îles Shetland), soulèvement du Chimolapa (Mexique), île Niapu, L.

» **1885.** 1er février, nord de la France, E.; 30 mars, Mendoza (République Argentine), E.; 19 juin, Indes, Baramula, villes détruites, E.; 24 juin, Cachemir, 70000 maisons détruites, L. A.; 24 juillet, Bellepaso, Etna, L., A.; 30 juillet, Bianco Villa et Bronte (Sicile), E.; 5 août, Dorignies (France), L.; 25 septembre, Nicolasi (Sicile), E.; 25 octobre, Nicolasi (Sicile), L., P.; 15 octobre, Palerme, L., A. — **1884.** 22 avril, Angleterre, fortes secousses à Colchester, comté d'Essex, Londres, E.; 27 novembre, secousses sud-est de la France, Nice, Italie, Suisse, E.; 25 décembre, grand tremblement de terre d'Andalousie, E. — **1883.** 8 mars, département de la Mayenne, E.; 17 mars, Harlem, Amsterdam, L.; 21 mars, régions de l'Etna, éruption, E.; 28 juillet, Ischia, L.; 13 août, grand tremblement de terre de Java, L.; 26 août, Krakatoa, L. — **1882.** 4 janvier, Étolie (mer Ionienne), L.; 17 février, Offreux et le Tréport, E., P., C.; 29 mars, île de Chio, E., A., C.; 14 août, Couchy (Côte-d'Or), E., A.; 16 septembre, Panama, L.; 13 septembre, Plombières, E., A., C. — **1881.** 26 février, Agram (Hongrie), E., P., C.; 2 mars, Valais, Tessin, E., C.; 6 mars, Ischia, destruction de Casamicciola. L.; 7 mars, Zurich, Lausanne, L.; 3 avril, ruine de Chio, L.; 10 juin, golfe de Gabès, L., C.; 18 juin, Gabès, E.; 22 juillet, Savoie, Berne, etc., L.; 5 août, Savoie, L.; 12 août, Oberland bernois, E.

» **1880.** 4 janvier, Saint-Domingue, E.; 3 février, Basses-Pyrénées, L.; 22 mars, Vienne (France), E.; 28 juin, Suisse, volcan Fuego (Guatemala), E; 4 juillet, Suisse et Fuego, L.; 20 juillet, Manille, L.; 29 juillet, désastre de Smyrne; une île aux Açores, L.; 9 novembre, Agram, E.; 15 novembre, Agram, L., C. — **1879.** 25 mars, Etna; 20 décembre, San Salvador, E.; 29 décembre, Savoie, L. — **1878.** 28 janvier, Paris, L.; 11 février, île Tauna (Océanie), L.; 12 avril, destruction de Cua (Vene-

---

([1]) Pour abréger, nous remplaçons les dénominations de *équilune, lunistice, coïncidence de déclinaison, apogée* et *périgée* par les lettres E., L., C., A. et P.

zuela), E., C.; 7 juin, secousses intenses, Alpes-Maritimes, Menton, E.; 3 novembre, Vésuve, E. — **1877**. 15 février, Mauna-Loa (îles Sandwich), E.; 9 mai, grand tremblement de terre du Pérou, destruction d'Equique, E.; 25 juin, éruption du Cotopaxi, L.; 7 octobre, Lyon, Valence, Berne, Genève, etc., E. — **1876**. 4 février, secousses à l'île de la Réunion, piton du Grand Sable, L.

» **1875**. 12 mars, Guadalajara (Mexique), L.; 26 novembre, piton du Grand Sable, C.; 11 décembre, piton du Grand Sable, L. — **1874**. 3 juin, Grèce, Nisiros, L.; 3 septembre, Etna, E.; 4 septembre, Grèce, E. — **1873**. 19 janvier, Rome, E.; 12 mars, Italie, Haute-Vienne, L.; 4 juin, Nisiros, E.; 29 juin, Belluno, E. A.; 8 juillet, Valparaiso. Destruction de Ligua (Chili), L., C.; 14 juillet, Ardèche, Drôme, E; 8 août, Châteauneuf (Rhône), E; 20 août, Bagnères-de-Bigorre, P. C.; 27 août, Aisne, Saint-Quentin, L.; 16 octobre, Bouffarich (Algérie), A., C.; 1er novembre, Nancy, E.; 27 novembre, Bagnères-de-Bigorre, E., P. — **1872**. 21 avril, Vésuve, E. — **1871**. 10 avril, Yokohama, Batang (Chine), L.; 4 novembre, Orange Country, L.

» **1870**. 1er mai, Yokohama, C. A. — **1869**. 10 janvier, Assam (Inde), L.; 15 août, Pérou, Nouvelle-Zélande, ruines de Christchurch, L., C.; 1er septembre, Batna (Algérie), E., A.; 12 septembre, Bagnères-de-Bigorre, L.; 20 septembre, Pérou, E., A.; 28 octobre, Grossgereau, L., C.; 2 novembre, Francfort, E.; 8 novembre, Grossgereau, L. — **1868**. 22 janvier, Alger, Constantine, Philippeville, L.; 18 février, Caucase, L.; 25 février, Nicaragua, E.; 11 mars, San Salvador, E.; 30 mars, Arles (France), L.; 5 avril, Hawaï (îles Sandwich), E., P.; 16 avril, Alep (Syrie), L., C., A.; 6 juillet, Paris, Bar-sur-Seine, L.; 17 juillet, Pyrénées, Cauterets, L.; 13 août, catastrophe du Pérou, L.; 20 août, Hongrie, volcans du Mexique, Quito (Équateur), E.; 21 octobre, San Francisco, L.; 26 novembre, Etna, E.; 6 décembre, Lago di Orta (Californie). — **1867**, 2 janvier, Alger, Blidah (désastres), L.; 3 janvier, Spa, L.; 3 février, Argostoti (îles Ioniennes), L.; 23 février, Westmoreland (Angleterre), E.; 28 février, Torrevieja, L.; 7 mars, Smyrne, E.; 15 mars, lac Majeur, L.; 9 mai, Alger, Bagnères-de-Bigorre, L.; 1er juin, Açores, E.; 23 juin, Albano (États romains), E.; 31 juin, Java, L.; 23 juillet, Journabad (Caucase), E.; 8 novembre, Vésuve, E.; 20 novembre, Saint-Thomas, E.; 18 décembre, Amérique du Nord, E. — **1866**, 28 janvier, Santorin, L.; 14 septembre, Paris et France centrale, C., A. — **1865**, 31 janvier, Etna, E.; 19 mars, soulèvement d'une île (Carolines), L.

» Il était important de savoir si les coïncidences observées pendant la période 1865-1886, se produisaient avec la même exactitude dans les années antérieures. Grâce à la bienveillance de M. Bouquet de la Grye, nous avons pu consulter la collection de la *Connaissance des Temps* du Dépôt des Cartes et Plans de la Marine pour avoir les déclinaisons correspondant aux dates des principaux tremblements de terre de la période 1750-1860. La corrélation se maintient pour cette nouvelle période. Par exemple, on a :

» **1752**. 16 janvier, Nice, E. — **1755**. 1er novembre, grand tremblement de terre de Lisbonne, E. — **1783**. 5 février, tremblement de terre de la Calabre, E.; 20 mars, Calabre, E.; 26 mars, Calabre, L. — **1804**. 13 janvier, Malaga, Motil, C., L.; 21 janvier, Malaga, E. — **1808**. 2 avril, vallée du Pô, E., C. — **1812**. 26 mars, Caracas, E. — **1818**. 23 février, Nice, E. — **1819**. 16 juin, delta de l'Indus, E. — **1822**. 19 février, Paris, L.; 9 juil-

let, Grenade, E.; 19 novembre, Chili, L., P. — **1823**. 10 janvier, Carthagène, L. — **1826**. 27 avril, Grenade, L. — **1827**. 16 novembre, Bogota, E. — **1828**. 2 février, Ischia, E.; 12 septembre, Grenade, E. — **1829**. 21 mars, Valence, E. — **1835**. 20 février, Chili, L. — **1836**. 15 janvier, Gibraltar, L.; 30 janvier, Borso-Bellune, L. — **1837**. 7 novembre, Chili, E., etc.

» Nous ajouterons que le signe des déclinaisons ne semble pas jouer un rôle prépondérant dans la distribution des secousses aux diverses latitudes. Les tremblements de terre paraissent se grouper de préférence autour des déclinaisons minimum et maximum de 18° à 19° et de 27° et 28°. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations du niveau de la Méditerranée, faites à Marseille le 23 février 1887, à l'instant du tremblement de terre.* Note de M. **Lallemand**, présentée par M. Bouquet de la Grye. (Extrait.)

« Le marégraphe installé à Marseille par le Service du nivellement général de la France donne des courbes dont les hauteurs sont réduites au dixième; chaque heure est représentée par une abscisse de 12^{mm} de longueur. Il s'ensuit que toute dénivellation dont la durée est de quelques minutes fournit une dentelure sur la sinusoïde tracée par le style.

» Or, à l'instant des secousses du tremblement de terre du 23 février, c'est-à-dire vers $5^h 50^m$ du matin, on n'aperçoit aucun relèvement sensible du trait. Il n'y a donc eu, à Marseille, aucune ondulation persistante; et si une lame a passé devant le port, elle n'a point fait sentir son action dans le puits, qui ne communique avec la mer que par un orifice étroit.

» Il ne paraît donc pas que le tremblement de terre dont il s'agit ait influé en rien, vu la régularité du tracé, sur le zéro du marégraphe, et cette constatation est très importante, puisque l'on sait que c'est au zéro de ce marégraphe que sera lié, en définitive, le nivellement du réseau français. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février, en Suisse.* Note de M. **J.-L. Soret**, présentée par M. Fouqué.

(Renvoi à la Commission.)

« Les nombreux documents qui m'ont été adressés, en ma qualité de membre de la Commission sismologique suisse, me permettent d'établir les faits suivants, relativement à l'heure des secousses (réduite au temps moyen de Paris, en retard de $15^m 15^s$ sur l'heure de Genève).

» L'ébranlement du sol à Genève a commencé vers $5^h 45^m 45^s$ du matin. Il s'est mani-

festé par des frémissements, des craquements, des bruits. Les oscillations proprement dites ont débuté vers $5^h 42^m 45^s$ et ont présenté deux accès principaux. La fin de l'ébranlement a eu lieu de $5^h 43^m 45^s$ à $5^h 44^m 30^s$, selon les observateurs.

» Le fait le plus précis, c'est l'arrêt à $5^h 42^m 57^s$ des deux régulateurs de M. Ekegren, l'un des plus habiles fabricants de chronomètres de Genève. Ces deux horloges sont placées à angle droit l'une de l'autre; elles étaient rigoureusement comparées à l'heure astronomique à la seconde prise. On peut donc admettre comme certain qu'à cet instant les oscillations avaient déjà commencé.

» Une seconde secousse s'est produite quelques minutes plus tard; elle est fixée avec un peu moins de certitude, à $5^h 52^m 40^s$. Une troisième secousse plus faible a été ressentie vers $8^h 15^m 15^s$ (fin de la secousse).

» D'après les renseignements, d'ailleurs peu précis, que j'ai pu recueillir, la première secousse, bien plus violente, a eu lieu à Nice, Menton, très près de $5^h 40^m$; donc un peu plutôt qu'à Genève.

» Les observations du R. P. Denza, à Moncalieri, donnent pour les trois secousses les moments suivants: $5^h 41^m 32^s$; $5^h 50^m 32^s$ et $8^h 12^m 32^s$; soit un peu plus tôt qu'à Genève.

» A Bâle, deux observations précises [arrêt d'un régulateur et indications du sismomètre (¹)] fixent l'heure de la première secousse à $5^h 43^m 52^s$ et $5^h 43^m 53^s$, soit un peu plus tard qu'à Genève.

» En somme, ces heures, comme celles que M. Forel a déjà signalées à l'Académie, diffèrent peu les unes des autres; elles montrent cependant que les secousses ont été ressenties plus tard au nord qu'au midi.

» Je n'entre dans aucun détail sur les effets de ces ébranlements; ces faits seront résumés plus tard. Je me borne à signaler qu'à Genève un petit nombre d'observateurs ont cru remarquer de légères secousses déjà le 22 février au soir, particulièrement vers 10^h.

» Les secousses du 24 au matin ont été extrêmement faibles sur la rive sud du lac Léman et dans tout le Chablais et le Faucigny (Thonon, Sixt, Chamonix). L'immunité de cette région avait déjà été observée, non pas toujours, mais lors de plusieurs tremblements antérieurs (¹).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février, à l'observatoire de Velletri.* Extrait d'une Lettre de M. **Galli** à M. Fouqué.

(Renvoi à la Commission.)

« A l'observatoire de Physique terrestre de Velletri, il y a eu, dans le mois de février 1887, une série très remarquable de secousses microsismiques. L'accroissement du nombre de ces petits mouvements du sol a été surtout manifeste du 13 au 28 février. Le maximum très marqué s'est produit le 23 février. En outre, ce jour-là, les

---

(¹) Voir la Note que j'ai publiée dans les *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1130; 1881.

instruments de l'observatoire ont enregistré dix secousses plus fortes. La secousse principale a eu lieu à $5^h45^m35^s$: elle a été d'assez faible intensité, peu de personnes l'ont sentie; elle a été suivie d'un frémissement qui a duré trois minutes. Le tromomètre Bertelli a oscillé dans un plan est-ouest; l'angle décrit par le pendule long de $1^m,5$ a été de $0^o 4' 11''$. »

M. H. Cornillon adresse, par l'entremise de M. J. Vinot, divers documents relatifs aux tremblements de terre.

(Renvoi à la Commission.)

M. G. Dary appelle l'attention de l'Académie sur une Note qu'il lui a adressée le 19 octobre 1885, et qui avait pour titre « Des causes électriques des tremblements de terre ». D'après cette Note, les tremblements de terre seraient dus, en grande partie, aux résistances plus ou moins grandes que rencontrent les courants telluriques engendrés par la rotation de la Terre.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Boillot** prie l'Académie de renvoyer à l'une des Commissions de prix pour l'année 1887 les diverses Notes qu'il a adressées, concernant l'application que peuvent recevoir ses appareils à ozone, pour la destruction des miasmes, des microbes, etc.

(Renvoi au concours de Médecine de la fondation Montyon.)

M. J. **Chamard** adresse, pour le concours du prix Benoît Fourneyron, une « Étude sur les progrès qui ont été réalisés depuis 1880 dans la navigation aérienne ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Van den Driesschen** adresse un complément à sa Communication sur le *Beri-Beri*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le IVe Volume des « Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon ». (Présenté par M. A. Milne-Edwards, au nom de M. Lortet.)

2° Le Tome I des « Travaux du laboratoire de Léon Frédéricq, 1885-1886 ». (Université de Liège, Institut de Physiologie.) (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

M. **Faye**, en présentant à l'Académie l'*Annuaire de l'observatoire de Rio Janeiro*, s'exprime ainsi :

« Notre illustre Associé S. M. l'Empereur du Brésil écrit que le Brésil contribuera à la description du ciel étoilé par la Photographie et que le Directeur de l'observatoire de Rio se rendra prochainement en Europe pour se rendre à l'invitation de l'Académie et de l'Amiral Mouchez.

» C'est au nom de Sa Majesté que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie le troisième Volume de l'Annuaire brésilien pour l'année courante. Ce Volume est en progrès sur les précédents. Il contient des données nouvelles rangées dans un ordre parfait. On y remarquera un Tableau très précieux des températures moyennes et extrêmes d'un grand nombre de points importants du globe terrestre; d'excellentes Tables pour le calcul des nivellements barométriques; les coordonnées géographiques de 670 points de l'empire et celles de 100 points de la côte, depuis Bahia jusqu'à Rio; les positions de tous les phares; les données relatives au réseau des chemins de fer, etc. Cette publication, très bien conçue et très utile, fait honneur à l'observatoire de Rio et à son savant Directeur. »

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie, au nom des élèves de M. *de Lacaze-Duthiers*, un exemplaire de son portrait gravé, qu'ils viennent de lui offrir récemment.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les substitutions crémoniennes quadratiques.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. C. Jordan.

« Dans une Communication récente (13 décembre 1886), j'ai étudié, dans un cas tout particulier, les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe quadratique crémonien. Je me propose maintenant d'aborder le problème dans toute sa généralité, en conservant d'ailleurs les définitions et notations de mes deux dernières Communications (8 février et 13 décembre 1886).

» Tandis que, dans des recherches antérieures sur les groupes d'ordre fini, contenus dans les groupes quadratique et cubique Cremona [*Comptes*

rendus (1884 et 1885), *Journal de Mathématiques* (1885 et 1886)], j'opérais sur des substitutions, telles que les propriétés d'une substitution isolée étaient bien connues et que les propriétés des groupes étaient seules à étudier, pour les substitutions crémoniennes (birationnelles et de contact), tout était à chercher : propriétés d'une substitution isolée et propriétés des groupes. On connaissait bien (MAYER, *Mathematische Annalen*, t. VIII) certaines équations aux dérivées partielles auxquelles devaient satisfaire les fonctions $\varphi_i(x, u)$ et $\psi_i(x, u)$ pour que les substitutions, telles que

$$s = \begin{vmatrix} x_i & \varphi_i(\overset{a}{x}, \overset{b}{u}) \\ u_i & \psi_i(\overset{c}{x}, \overset{d}{u}) \end{vmatrix} = \begin{Bmatrix} a & b \\ c & d \end{Bmatrix},$$

fussent de contact; mais personne, à ma connaissance au moins, n'avait donné les conditions de birationnalité et la forme explicite de ψ_i et φ_i.

» Après les recherches relatives aux crémoniennes linéaires $(a, b, c, d \leq 1)$ [*Journal de Mathématiques* (1887)], on est tout naturellement amené aux crémoniennes quadratiques : $a, b, c, d \leq 2$. La présente Note donne les propriétés d'une substitution quadratique isolée; une Note ultérieure traitera de la construction des groupes quadratiques crémoniens et de la recherche des groupes d'ordre fini.

» THÉORÈME I. — *Toute crémonienne quadratique, qui n'est pas crémonique, est un produit de deux ou de trois crémoniques.*

» Appelons *équivalente* à une crémonienne s toute crémonienne de la forme $\alpha s \beta$, où α et β sont des substitutions linéaires monistiques ou dualistiques.

» THÉORÈME II. — *Toute crémonique quadratique est équivalente à l'une des trois substitutions quadratiques Cremona*

$$\zeta = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 x_3 \\ x_2 & x_3 x_1 \\ x_3 & x_1 x_2 \\ u_1 & x_1^2 u_1 \\ u_2 & x_2^2 u_2 \\ u_3 & x_3^2 u_3 \end{vmatrix}, \qquad \varpi = \begin{vmatrix} x_1 & x_1 x_2 \\ x_2 & x_1^2 \\ x_3 & x_2 x_3 \\ u_1 & -x_1 r_1 \\ u_2 & x_2^2 u_2 \\ u_3 & -x_1^2 u_3 \end{vmatrix}, \qquad \rho = \begin{vmatrix} x_1 & x_1 x_2 \\ x_2 & x_2^2 \\ x_3 & \mathrm{A} \\ u_1 & x_2 r_2 \\ u_2 & x_1^2 u_3 - x_2^2 u_2 \\ u_3 & x_2^2 u_3 \end{vmatrix},$$

$$\mathrm{A} = x_1^2 - x_2 x_3, \qquad \mathrm{A}_i = \frac{\partial \mathrm{A}}{\partial x_i}, \qquad r_i = (\mathrm{A}u)_i, \qquad r_1 = \mathrm{A}_2 u_3 - \ldots.$$

» Il résulte des deux propositions précédentes qu'on peut obtenir toute

crémonique ou crémonienne quadratiques en combinant ensemble les substitutions Cremona quadratiques avec des linéaires monistiques ou dualistiques. Ce résultat est à rapprocher du fait bien connu que toute substitution Cremona d'ordre quelconque est un produit de substitutions Cremona quadratiques et de collinéations (monistiques).

» Introduisons les substitutions linéaires

$$\mathrm{H} = \begin{vmatrix} x_1 & u_1 \\ x_2 & hu_3 \\ x_3 & hu_2 \\ u_1 & hx_1 \\ u_2 & x_3 \\ u_3 & x_2 \end{vmatrix}, \qquad \mathrm{E} = \begin{vmatrix} x_1 & -u_1 \\ x_2 & u_3 \\ x_3 & u_2 - \mathrm{E}' u_3 \\ u_1 & -x_1 \\ u_2 & \mathrm{E}' x_2 + x_3 \\ u_3 & x_2 \end{vmatrix},$$

$$e = \begin{vmatrix} x_1 & u_1 \\ x_2 & u_3 \\ x_3 & u_2 \\ u_1 & x_1 \\ u_2 & x_3 \\ u_3 & x_2 \end{vmatrix}, \qquad k = \begin{vmatrix} x_1 & x_1 \\ x_2 & -\frac{1}{4}\mathrm{K}^{-2} x_2 \\ x_3 & x_3 \\ u_1 & u_1 \\ u_2 & -4\mathrm{K}^2 u_2 \\ u_3 & u_3 \end{vmatrix}, \qquad k' = \begin{vmatrix} x_1 & -4\mathrm{K}^2 x_1 \\ x_2 & 4\mathrm{K}^2 x_2 \\ x_3 & x_3 - x_2 \\ u_1 & u_1 \\ u_2 & -u_2 - u_3 \\ u_3 & -4\mathrm{K}^2 u_3 \end{vmatrix};$$

d'ailleurs,

$$\mathrm{H} = \mathrm{H}^{-1}, \qquad e = e^{-1}, \qquad \mathrm{E} = \mathrm{E}^{-1},$$

$$h, \mathrm{E}', \mathrm{K} = \text{const.}, \qquad h, h^{-1}, \mathrm{K}, \mathrm{K}^{-1}, \mathrm{K}^2 - 1, \mathrm{E}'^{-1} \gtrless 0.$$

» Distinguons, d'après le théorème I, les crémoniennes *à deux* et *à trois composantes crémoniques*.

Théorème III. — *Toute crémonienne quadratique à* deux *composantes crémoniques est équivalente à l'une des quatre substitutions* canoniques *ci-dessous :*

$$\rho \mathrm{H} \rho = \begin{vmatrix} x_1 & h x_2 u_3 r_2 \\ x_2 & h^2 x_2^2 u_3^2 \\ x_3 & r_2^2 - h^2 u_3 (x_1^2 u_3 - x_2^2 u_2) \\ u_1 & -h x_2 u_3 (h^2 x_1 u_3 + 2 r_2) \\ u_2 & r_2^2 - h^2 u_3^2 \mathrm{A} \\ u_3 & h^2 x_2^2 u_3^2 \end{vmatrix}, \qquad \rho \mathrm{E} \varpi = \begin{vmatrix} x_1 & -x_1 u_3 r_1 \\ x_2 & x_1^2 u_3^2 \\ x_3 & r_1^2 + u_3 (x_2^2 u_2 + e x_1^2 u_3) \\ u_1 & x_1 u_3 (x_2 u_3 + 2 r_1) \\ u_2 & r_1^2 - u_3^2 (e x_1^2 + x_2 x_3) \\ u_3 & x_1^2 u_3^2 \end{vmatrix},$$

$$\varpi E \rho = \begin{vmatrix} x_1 & -x_2 u_3 r_2 \\ x_2 & r_2^2 \\ x_3 & u_3(x_1^2 u_3 - x_2^2 u_2 - e x_2^2 u_3) \\ u_1 & r_2(r_1 + 2 e x_2 u_3) \\ u_2 & u_3^2(e x_2^2 + A) \\ u_3 & -r_2^2 \end{vmatrix}, \qquad \varpi E \varpi = \begin{vmatrix} x_1 & -x_1 u_3 r_1 \\ x_2 & r_1^2 \\ x_3 & -u_3(x_2^2 u_2 + e x_1^2 u_3) \\ u_1 & -r_1(x_2 u_1 - 2 e x_1 u_3) \\ u_2 & u_3^2(e x_1^2 + x_2 x_3) \\ u_3 & -r_1^2 \end{vmatrix},$$

$$\rho H \rho = (\rho H \rho)^{-1}, \qquad (\varpi E \varpi)^{-1} = \varpi E \varpi, \qquad \rho E \varpi = (\varpi E \rho)^{-1}, \qquad \varpi E \rho = (\rho E \varpi)^{-1},$$

puisque

$$\varpi = \varpi^{-1}, \qquad \rho = \rho^{-1}.$$

» Théorème IV. — *Toute crémonienne quadratique à* trois *composantes crémoniques est équivalente à l'une des deux substitutions* canoniques

$$\xi = \xi^{-1} = \rho e \varpi k e \rho, \qquad \pi = \pi^{-1} = \rho e \varpi e k' \varpi,$$

dont voici la forme :

$$\xi = \begin{vmatrix} x_1 & r_1 r_2 \\ x_2 & r_2^2 \\ x_3 & r_1^2 - 4K^2 u_3^2 A \\ u_1 & -2\mathfrak{u}_1 r_2 \\ u_2 & \mathfrak{u}_1^2 + 4K^2 u_3^2 \mathfrak{A} \\ u_3 & r_2^2 \end{vmatrix},$$

$$\mathfrak{A} = A - K^2 x_2^2, \qquad \mathfrak{A}_i = \frac{\partial \mathfrak{A}}{\partial x_i}, \qquad \mathfrak{u}_i = (\mathfrak{A} u)_i, \qquad \mathfrak{u}_1 = \mathfrak{A}_2 u_3 - \ldots;$$

$$\pi = \begin{vmatrix} x_1 & -r_1 r_2 \\ x_2 & r_1^2 \\ x_3 & r_2^2 - 4K^2 u_3^2 A \\ u_1 & 2 r_1 \mathfrak{u}_2 \\ u_2 & \mathfrak{u}_2^2 + 4K^2 u_3^2 \mathfrak{A} \\ u_3 & r_1^2 \end{vmatrix},$$

$\mathfrak{A} = A - K^2 x_1^2$, le reste comme pour ξ. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur un genre particulier de transformations homographiques.* Note de Mlle **L. Bortniker**, présentée par M. Darboux.

« Dans deux articles : *Sur l'homographie de deux corps solides,* insérés au tome CI des *Comptes rendus,* M. Sylvester considère un genre particulier de transformation homographique, que l'on peut définir de la manière suivante : Étant données dans l'espace deux droites H et H_1, par un point variable M on mène la droite qui rencontre à la fois H et H_1 et l'on prend sur cette droite le point M', tel que le rapport anharmonique des points M, M' et des points h et h_1, où la droite rencontre H et H_1, soit une quantité constante k. Le point M' est l'homologue de M dans la transformation considérée, à laquelle M. Sylvester a donné le nom d'*homologie biaxiale.*

» Étant données deux figures homographiques quelconques, peut-on les déplacer de telle manière que l'une soit la transformée de l'autre par homologie biaxiale? Telle est la question que je me propose d'examiner.

» Si l'on choisit des axes rectangulaires, tels que les équations des deux droites prennent la forme

$$(H)\qquad \begin{cases} z-h = 0, \\ y-mx=0; \end{cases}$$

$$(H_1)\qquad \begin{cases} z+h = 0, \\ y+mx=0, \end{cases}$$

les formules qui réalisent la transformation seront

$$(1)\qquad \begin{cases} X = h\ (k+1)x + \dfrac{h}{m}(k-1)y, \\ Y = hm(k-1)x + h\ (k+1)y, \\ Z = h\ (k+1)z + h^2(k-1)t, \\ T = \quad (k-1)z + h\ (k+1)t; \end{cases}$$

x, y, z, t désignent les coordonnées du point M de la figure primitive (S) et X, Y, Z, T les coordonnées du point M' de la figure transformée (S'). Pour reconnaître si la transformation est la plus générale, nous allons, conformément à un résultat général dû à M. Richelot, essayer de ramener les formules (1) à la forme

$$X = \lambda y,\qquad Y = \mu x,\qquad Z = \nu t;\qquad T = \rho z;$$

x, y, z, t, X, Y, Z, T désignent les coordonnées de M et de M' par rapport à des systèmes rectangulaires d'axes, différents pour les deux figures.

» Si l'on transporte l'origine du trièdre (xyz) au point $\left[o, o - \frac{h(k+1)}{k-1}\right]$, celle du second trièdre au point $\left[o, o, \frac{h(k+1)}{k-1}\right]$, les deux dernières des formules (1) seront remplacées par les suivantes

$$Z' = -\frac{4h^2k}{k-1}t'; \qquad T' = (k-1)z'.$$

» Je vais poser

$$(2) \quad \begin{cases} X' = X\cos\beta + Y\sin\beta, & x = x'\cos\alpha - y'\sin\alpha, \\ Y' = -X\sin\beta + Y\cos\beta, & y = x'\sin\alpha + y'\cos\alpha, \end{cases}$$

et je chercherai si l'on peut déterminer les angles α et β de telle sorte que les deux premières des formules (1) deviennent

$$X' = \lambda y'; \qquad Y' = \mu x'.$$

En remplaçant dans ces deux équations X, Y, x, y par leurs valeurs et en égalant à zéro dans la première le coefficient de x', dans la seconde celui de y', on a les deux équations suivantes :

$$(3) \quad \begin{cases} (k+1)\cos(\alpha-\beta) + (k-1)\left(\frac{\cos\beta\sin\alpha}{m} + m\sin\beta\cos\alpha\right) = 0, \\ (k+1)\cos(\alpha-\beta) - (k-1)\left(\frac{\sin\beta\cos\alpha}{m} + m\cos\beta\sin\alpha\right) = 0. \end{cases}$$

» En les retranchant, il vient $\sin(\alpha+\beta) = 0$; d'où : 1° $\alpha + \beta = 0$, 2° $\alpha + \beta = \pi$.

» Dans les deux cas on trouve

$$\operatorname{tang} 2\alpha = \frac{2m}{1-m^2}\,\frac{1+k}{1-k} = \frac{1+k}{1-k}\operatorname{tang}\omega,$$

ω désignant l'angle des deux droites.

» Les formules de transformation prennent la forme

$$(4) \qquad X = \lambda y, \qquad Y = \mu x, \qquad Z = \nu t, \qquad T = z.$$

» Les coefficients λ, μ, ν ont les valeurs suivantes :

$$\lambda = -\frac{h(k+1)}{k-1}\sin 2\alpha + h\left(\frac{\cos^2\alpha}{m} + m\sin^2\alpha\right);$$

$$\mu = \frac{h(k+1)}{k-1}\sin 2\alpha + h\left(\frac{\sin^2\alpha}{m} + m\cos^2\alpha\right);$$

$$\nu = -\frac{4h^2k}{(k-1)^2};$$

d'où l'on déduit facilement la relation

$$\nu = \lambda\mu.$$

» On voit que les coefficients λ, μ, ν ne sont pas indépendants. La transformation homographique considérée n'est donc pas générale.

» On peut se donner les formules de transformation (4), c'est-à-dire les coefficients λ et μ, et chercher les systèmes de droites qui correspondent à ces valeurs. Comme on a deux relations seulement entre h, μ, λ, ν, ω, on prévoit que l'on pourra réaliser la même déformation homographique par une infinité d'homologies biaxiales.

» Donnons-nous arbitrairement l'angle ω. En posant $\lambda + \mu = s$; $\lambda - \mu = d$, on trouve

$$h = \frac{s}{2}\sin\omega, \qquad \frac{1+k}{1-k} = \pm\frac{\sqrt{d^2 - s^2\sin^2\omega}}{s\sin\omega}.$$

» Si λ et μ sont de même signe, $\cos\omega$ peut varier entre $+\frac{d}{s}$ et $-\frac{d}{s}$.

» Pour les valeurs limites de ω, on trouve $k = -1$, valeur qui correspond au cas où la relation homographique devient involutive.

» Si λ et μ sont de signes contraires, l'angle ω peut varier de 0 à π; les valeurs 0 et π correspondent aux cas où les deux droites se rapprochent indéfiniment.

» En faisant tourner la figure (S') de 180° autour de l'un des axes Ox, Oy, on change évidemment le signe d'un des coefficients λ, μ. Il y a donc deux séries différentes d'homologies biaxiales donnant les mêmes figures transformées qu'une homologie biaxiale donnée. »

Remarques sur la Communication précédente; par M. G. **Darboux**.

« On peut aussi établir de la manière suivante le résultat obtenu par Mlle Bortniker :

Soient (S) et (s) deux figures homographiques. D'après le théorème de M. Richelot, les formules qui établissent la relation entre les deux figures peuvent être ramenées à la forme

$$(1) \qquad X = \frac{\lambda y}{z}, \qquad Y = \frac{\mu x}{z}, \qquad Z = \frac{\nu}{z},$$

X, Y, Z désignant les coordonnées rectangulaires d'un point quelconque M

de la figure (S), rapportées à des axes OX, OY, OZ convenablement choisis dans cette figure; et x, y, z désignant les coordonnées du point correspondant m de la figure (s), rapportées à des axes rectangulaires $o'x$, $o'y$, $o'z$, différents des premiers et convenablement choisis dans la figure (s). On peut évidemment supposer que les deux trièdres OXYZ, $o'xyz$ aient le même sens de rotation.

» Les coordonnées X_1, Y_1, Z_1 du point m de la figure (s) par rapport aux axes OX, OY, OZ sont définies par les formules

$$(2)\qquad \begin{cases} X_1 = \alpha x + \beta y + \gamma z + h, \\ Y_1 = \alpha' x + \beta' y + \gamma' z + k, \\ Z_1 = \alpha'' x + \beta'' y + \gamma'' z + l, \end{cases}$$

où α, β, γ, ... sont les neuf cosinus liés par des relations bien connues, et où h, k, l désignent les coordonnées du sommet o' par rapport aux axes OX, OY, OZ. Si l'on suppose que la position relative de (s) par rapport à (S) puisse changer, les formules précédentes contiendront six arbitraires.

» En vertu des formules (1) et (2), les points doubles de l'homographie, dans une position déterminée de (s) par rapport à (S), sont définis par les équations

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{\lambda y}{z} = \alpha x + \beta y + \gamma z + h, \\ \dfrac{\mu x}{z} = \alpha' x + \beta' y + \gamma' z + k, \\ \dfrac{\nu}{z} = \alpha'' x + \beta'' y + \gamma'' z + l; \end{cases}$$

d'où l'on déduit, par l'élimination de x et de y, une équation du quatrième degré en z,

$$z^4 + \ldots + \lambda\mu\nu = 0,$$

qui définira, en général, les quatre points doubles de l'homographie. Il est à remarquer que, d'après sa forme, elle ne sera jamais vérifiée identiquement.

» Or, on peut évidemment caractériser l'*homologie biaxiale* de M. Sylvester en remarquant qu'elle est une transformation dans laquelle il y a une infinité de points doubles distribués sur deux droites; et, comme l'équation en z ne se présente jamais sous une forme indéterminée, il ne pourra y avoir une infinité de points doubles distribués sur deux droites que si les

trois équations (3), qui font connaître les valeurs de x et de y correspondantes à la valeur de z, sont indéterminées et se réduisent à une seule, et cela pour deux valeurs distinctes de z.

» Ainsi, tous les mineurs du déterminant

$$\begin{vmatrix} \alpha & \beta - \frac{\lambda}{z} & \gamma z + h \\ \alpha' - \frac{\mu}{z} & \beta' & \gamma' z + k \\ \alpha'' & \beta'' & \gamma'' z + l - \frac{\nu}{z} \end{vmatrix}$$

doivent s'annuler pour deux valeurs différentes données à z. Par suite, ceux de ces mineurs qui sont du premier degré en z s'annuleront identiquement; et, si l'on tient compte des relations entre les neuf cosinus, un calcul facile conduira aux conditions suivantes :

$$(4) \qquad \begin{cases} \alpha'' = \beta'' = \gamma = \gamma' = h = k = 0, \\ \gamma'' = \varepsilon, \qquad \beta' = \varepsilon\alpha, \qquad \alpha' = -\varepsilon\beta, \\ \alpha^2 + \beta^2 = 1, \end{cases}$$

dans lesquelles ε désigne l'unité, positive ou négative.

» De plus, les deux équations

$$\begin{aligned} \varepsilon z^2 - \beta(\lambda\varepsilon - \mu)z - \lambda\mu &= 0, \\ \varepsilon z^2 + lz \qquad\qquad - \nu &= 0 \end{aligned}$$

devront avoir les mêmes racines, ce qui donne

$$(5) \qquad \begin{cases} \lambda\mu = \nu, \\ l = -\beta(\lambda\varepsilon - \mu). \end{cases}$$

» La première de ces équations est celle qui a été donnée par M[lle] Bortniker. Elle résout complètement la question, en montrant que l'homologie biaxiale ne peut réaliser la déformation homographique la plus générale, dans laquelle λ, μ, ν restent tout à fait arbitraires. On voit aussi que, si la première des relations (5) est vérifiée, il y aura une infinité de positions de la figure (s) dans lesquelles elle se déduira de (S) par une homologie biaxiale. Ces positions formeront deux séries et dépendront d'un paramètre arbitraire.

» Le lieu géométrique d'un point quelconque de (s), dans toutes les positions que peut prendre cette figure, se composera de deux ellipses ayant leur centre sur OZ et se projetant suivant un cercle sur le plan des

XY. On retrouve ainsi un cas particulier de ces mouvements d'une figure invariable que j'ai étudiés dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 118), et pour lesquels tous les points de la figure mobile décrivent des ellipses.

» Si l'on considère la transformation homographique la plus générale, dans laquelle λ, μ, ν ont des valeurs quelconques, la première des formules (5) n'est pas vérifiée; mais on peut satisfaire à cette condition, en soumettant, soit (S), soit (s), à une transformation homothétique convenablement choisie. Par suite, *on réalise la transformation homographique la plus générale en faisant suivre ou précéder d'une transformation homothétique la transformation homologique de M. Sylvester.* .

» On peut signaler encore la proposition suivante, dont la démonstration est facile :

» *Étant donnée une transformation homographique, si les génératrices rectilignes de l'un des systèmes d'une surface du second degré se correspondent à elles-mêmes, la transformation est une homologie biaxiale, dont les deux axes appartiennent à l'autre système de génératrices de la surface.*

» D'après cela, considérons une homologie biaxiale, dont les deux axes (H), (H_1) aient pour plus courte distance la droite (Δ); et soit (P) l'un quelconque des paraboloïdes qui contiennent (H), (H_1) et (Δ). Par le sommet de ce paraboloïde, situé sur (Δ), passe une seconde génératrice rectiligne (D), qui est, comme (Δ), un axe de symétrie de la surface; et les génératrices qui coupent (H), (H_1) rencontrent aussi (D) et lui sont normales. Par suite, ces génératrices, qui sont à elles-mêmes leurs propres homologues dans l'homologie considérée, ne cessent pas de coïncider avec elles-mêmes, si l'on imprime au paraboloïde une rotation de 180°, ou un *renversement,* autour de (D). Si l'on combine l'homologie biaxiale primitive avec ce renversement, on aura comme résultat une nouvelle transformation homographique dans laquelle les génératrices d'un système de (P) ne cessent pas de se correspondre à elles-mêmes, et qui sera, par conséquent, une nouvelle homologie biaxiale.

» Les droites (D) dépendent d'un paramètre variable et forment un conoïde droit du troisième degré, contenant (H), (H_1) et ayant pour axe (Δ). Puisqu'on peut imprimer à la figure (s) un déplacement dépendant d'un paramètre variable, sans qu'elle cesse d'être en relation homologique avec (S), il est clair que l'homologie biaxiale combinée avec des déplacements peut donner naissance à une transformation contenant au plus

quatorze constantes, soit une de moins que n'en comporte l'homographie la plus générale. On retrouve ainsi une nouvelle réponse ([1]) à la question qu'avaient posée les belles recherches de l'illustre géomètre anglais. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations des spectres d'absorption du didyme.* Note de M. **Henri Becquerel**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de faire récemment à l'Académie ([2]), j'ai montré que, parmi les bandes d'absorption des composés cristallisés du didyme, un certain nombre de celles-ci présentaient, dans leurs *directions principales d'absorption*, des différences qui paraissaient révéler l'existence d'autant de matières distinctes.

» Des observations d'un autre ordre conduisent aux mêmes conclusions. Quand on compare l'un à l'autre les spectres d'absorption de différents cristaux naturels ou artificiels, contenant du didyme à l'état de combinaisons diverses (parisite, monazite, apatite, schéelite, strontianite d'Écosse, leucophane, sulfate de didyme, azotates doubles de didyme ou de lanthane avec la potasse, l'ammoniaque, le zinc, etc.), on reconnaît qu'un grand nombre de bandes, dont l'aspect est caractéristique, subsistent dans ces spectres; mais leurs distances relatives, ou les longueurs d'onde des radiations observées, varient d'un corps à l'autre. En comparant deux à deux les spectres de ces cristaux, on voit, par exemple, toute une série de bandes déplacée dans un sens, tandis qu'une autre série est restée fixe; ces séries varient du reste d'un corps à l'autre, de sorte que presque toutes les bandes sont individuellement déplacées de quantités variables dans un sens ou dans l'autre.

» Parfois certaines bandes manquent, les substances qui les produisent ayant été éliminées, soit dans les cristaux naturels, soit par les opérations chimiques à la suite desquelles ont été obtenues les matières étudiées.

» Des variations du même ordre s'observent lorsqu'on dissout dans l'eau un des cristaux artificiels cités plus haut. Dans ce cas, on peut, avant de dissoudre le cristal, repérer toutes ses bandes d'absorption et chercher à les retrouver toutes dans la dissolution. Comme, dans celle-ci, on observe la superposition des différents spectres principaux d'absorption du

---

([1]) On en obtiendrait une autre encore en remarquant que l'on peut déplacer le système des deux droites (H), (H_1) de manière à faire coïncider (H) avec (H_1) et (H_1) avec (H).

([2]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 165; 1887.

cristal, les bandes qui, dans le cristal, disparaissent pour certaines directions des vibrations lumineuses seront plus ou moins affaiblies dans le spectre de la dissolution; en outre, certaines bandes pourront perdre leur netteté par suite de la juxtaposition de plusieurs bandes voisines appartenant à des spectres principaux différents. Sauf ces modifications, généralement faciles à reconnaître, on retrouve dans la dissolution les bandes principales observées dans le cristal; mais, parmi ces bandes, les unes restent fixes, les autres sont inégalement déplacées dans un sens ou dans l'autre.

» Le Tableau suivant contient, à titre d'exemple, les longueurs d'onde approchées de quelques-unes des bandes d'absorption qui offrent les variations les plus nettes entre les spectres des cristaux et ceux de leurs dissolutions concentrées dans l'eau. Dans ce Tableau, ne figurent pas les bandes de la région rouge, non plus que les bandes nombreuses du groupe caractéristique voisin de D entre les longueurs d'onde 598 et 574, pour lesquelles la multiplicité des bandes voisines ne permet pas de suivre avec la même netteté le déplacement de chacune d'elles.

Sulfate de didyme			Azotate double de didyme et de potasse			Azotate double de lanthane et de potasse			
cristallisé.	dissous.	$d\lambda$.	cristallisé.	dissous.	$d\lambda$.	cristallisé.	dissous.	$d\lambda$.	Observations.
571,7	571,7	0	572,4	571,0	+1,4	568,6	571,0	−2,4	
534,2	533,5	0	534,2	533,5	0	»	»	»	
532,0	532,0		532,0	532,0					
531,0	»	»	529,5	529,5	0	»	»	»	
»	»	»	525,1	523,9	+1,2	»	»	»	Néodyme.
524,8	522,5	+1,8	523,8	521,4	+1,8	523,8	523,2	+0,6	
523,8			522,7			522,7	521,4	+1,3	
521,6	520,4	+1,2	521,3	520,5	+0,8	521,5	520,5	+1,0	
511,5	511,5	0	511,5	511,5	0	511,0	510,5	0	
»	509,0	»	509,0	509,0	0	509,5			
482,3	481,9	+0,4	483,2	481,9	+1,3	480,0	481,9	−1,9	Praséodyme.
477,0	475,5	+1,3	474,0	475,5	−1,5	»	»	»	
476,6									
470,0	469,0	+1,0	470,2	469,0	+1,2	467,8	469,0	−1,2	Praséodyme.
446,5	444,7	+1,8	445,0	445,0	0	»	445,0	»	Praséodyme.
428,5	427,0	+1,5	428,5	427,0	+1,5	»	427,0	»	Néodyme.

» Les mêmes variations ne s'observent pas avec des corps bien déterminés; ainsi, avec les divers composés de l'uranium, toute modification qui, par suite d'une combinaison chimique ou de la dissolution de cristaux, affecte une des bandes, affecte en même temps toutes les autres de la même manière. Il en est de même lorsqu'on dissout certaines matières

colorantes dans des dissolvants variés : toutes les bandes sont déplacées à la fois dans le même sens.

» Les phénomènes présentés par le didyme s'expliqueraient, si l'on admettait que chacune des bandes variables appartient à une substance différente. Si, dans les diverses combinaisons, chacune de ces substances se comporte différemment; si chacune, à l'état de sulfate ou d'azotate, s'hydrate plus ou moins suivant qu'elle est en présence d'un sel ou d'un autre, on voit que les bandes correspondantes devront subir des modifications individuelles analogues à celles qu'on observe. Il importe d'ajouter que ce sont précisément des différences de cet ordre dans leurs propriétés chimiques qui ont permis de séparer plusieurs groupes de ces matières.

» L'observation des déplacements inégaux des bandes dans les conditions indiquées plus haut fournit donc une *méthode permettant de caractériser des substances chimiquement différentes*.

» On reconnaît ainsi que la plupart des bandes rapportées dans le Tableau qui précède peuvent être attribuées à des substances différentes, en particulier, les trois bandes du praséodyme, 481,9, 469,0 (¹), 445,0, le groupe 475,5, puis les bandes du néodyme 571, 523,9, 521,4, 520,5, 511,5, 427,0, sans compter d'autres bandes de la région rouge et du groupe voisin de D; ces longueurs d'onde sont relatives à la dissolution de l'azotate. On remarque que les spectres des dissolutions des divers azotates doubles sont tous identiques, bien que les spectres des cristaux de ces azotates doubles présentent de très notables différences; il semble que la double combinaison soit détruite dans la dissolution. Les bandes qui viennent d'être énumérées sont précisément celles qui, dans les cristaux, ont des directions principales d'absorption particulières, et dont plusieurs groupes ont été séparés chimiquement.

» Ces bandes présentent donc à la fois une sorte d'individualité cristallographique et une individualité chimique; toutefois, on ne saurait encore décider si les matières qui les produisent sont bien réellement toutes des corps simples distincts. Il n'est pas douteux que les bandes d'absorption signalées soient dues à des matières présentant un certain nombre des propriétés qui caractérisent les corps simples; mais il se pourrait également qu'un certain nombre de ces matières fussent des combinaisons

(¹) Dans une Note récente, M. Demarçay a été conduit à admettre l'existence d'un corps caractérisé par la bande $\lambda = 469$, dont j'avais signalé antérieurement l'individualité propre, d'après ses directions principales d'absorption.

diverses d'une même substance soit avec un autre corps, soit avec elle-même, et que ces combinaisons fussent assez stables pour que l'on n'ait pu jusqu'ici transformer l'une dans l'autre. Dans ce cas, les variations des propriétés absorbantes seraient tout à fait analogues à celles que j'ai signalées pour les composés uraneux et uraniques. Enfin, il convient d'observer que les longueurs d'onde des bandes caractéristiques de ces substances différentes offrent entre elles certaines relations qui semblent les rattacher à une origine commune. Je me propose de revenir prochainement sur cette question, quand j'indiquerai les résultats de la comparaison des spectres principaux d'absorption de divers cristaux. »

PHYSIQUE. — *Sur la chaleur spécifique d'une dissolution saline.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Debray.

« La méthode que j'ai employée pour trouver l'expression de la chaleur de dissolution d'un sel conduit aussi à l'expression de la chaleur spécifique de la dissolution.

» Si l'on désigne par γ la chaleur spécifique d'une dissolution formée d'un poids m_1 de sel et d'un poids m_2 d'eau, γ est donné par la formule

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} (m_1+m_2)\gamma &= m_1 c_1 + m_2 c_2 \\ &\quad - \mathrm{AT}\frac{\partial^2}{\partial \mathrm{T}^2}\left[m_1 \int_0^h \varphi \frac{\partial p(h,\mathrm{T})}{\partial h}\, dh + m_2 \int_s^{\mathrm{S}} \frac{\varphi}{s} \frac{\partial p(s,\mathrm{T})}{\partial s}\, ds \right]. \end{aligned} \right.$$

Dans cette formule $h = \frac{m_2}{m_1}$; les autres lettres ont la même signification que dans ma précédente Communication.

» Cette formule montre que l'on peut calculer la différence qui existe entre la chaleur spécifique de la dissolution et la chaleur spécifique que l'on déterminerait au moyen de la règle des mélanges, en supposant que chacun des deux corps mélangés garde la même chaleur spécifique qu'à l'état de pureté lorsqu'on connaît :

» 1° La loi qui lie la tension de vapeur émise par la dissolution à la composition de la dissolution et à la température;

» 2° La loi qui lie le volume de la vapeur d'eau à la pression et à la température;

» 3° La loi de solubilité du sel.

» Pour les sels qui suivent la loi de Von Babo, cette formule conduit à

un résultat intéressant : la chaleur spécifique de la dissolution est égale à celle que l'on déterminerait d'après la règle des mélanges, en supposant que les corps mélangés aient la même chaleur spécifique dans le mélange et à l'état de pureté.

» D'après la formule (1) et d'après les formules que j'ai données dans ma précédente Communication, la formule donnée par M. G. Kirchhoff pour la capacité calorifique d'un système complexe formé d'un sel solide et d'une dissolution saturée, formule que j'ai rappelée sous le n° (2) dans ma précédente Communication, doit être remplacée par la formule suivante

$$(2)\qquad C = c_2 + Hm_2\left[c_1 - \frac{ART}{\varpi}\frac{\partial^2}{\partial T^2}\left(\log\frac{P}{\Pi}\right) - \frac{ART^2}{\varpi}\frac{\partial \log P}{\partial S}\left(\frac{d\log S}{dT}\right)^2\right],$$

dans laquelle $H = \frac{1}{S}$.

» Cette formule diffère de celle de M. Kirchhoff par la présence du terme

$$-\frac{ARHT^2 m_2}{\varpi}\frac{\partial \log P}{\partial S}\left(\frac{d\log S}{dT}\right)^2,$$

qui est positif pour tous les corps, sauf pour ceux dont la solubilité serait indépendante de la température. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une pile étalon.* Note de M. **Gouy.**

« On peut employer avec avantage, comme étalon de force électromotrice, un élément formé de zinc, sulfate de zinc, mercure et bioxyde de mercure. La forme la plus convenable est celle d'un flacon dont le fond est occupé par le mercure, en couche de $0^m,02$ ou $0^m,03$; un fil de platine scellé dans un tube de verre y pénètre et forme le pôle positif. Le mercure est recouvert d'une couche mince de bioxyde de mercure, et le flacon est rempli de la solution de sulfate de zinc, dans laquelle plonge un bâton de zinc. On peut rendre l'élément transportable, en enfermant le zinc dans un tube de verre percé d'une très petite ouverture, ou fermé par un fragment de terre poreuse. Ce dispositif donne à l'élément une assez grande résistance, ce qui paraît avantageux dans la pratique.

» Le zinc distillé pur et le sulfate de zinc pur du commerce peuvent être employés ([1]); il est préférable que le zinc soit amalgamé. Le mercure

([1]) Le très petit excès d'acide que contient souvent le sulfate de zinc forme du sul-

doit être purifié par digestion avec l'acide azotique étendu, soigneusement lavé et filtré. Le bioxyde de mercure jaune, préparé par voie humide, au moyen du bichlorure et de la potasse, paraît le plus convenable; le bioxyde préparé par voie sèche donne des résultats très peu différents, mais un peu moins réguliers.

» Avec des produits de diverses origines, on obtient une concordance satisfaisante, à $\frac{1}{1000}$ près. Toutefois, les éléments ne prennent leur force électromotrice normale qu'après un délai de quelques jours, qui paraît nécessaire pour amener le mercure à un état défini. Tant que cet état n'est pas atteint, l'agitation, en renouvelant la surface du mercure, fait varier la force électromotrice, ce qui n'arrive plus par la suite. Le renouvellement ou la réamalgamation du zinc ne produit qu'un effet très peu sensible, qui disparaît au bout de quelques minutes.

» Les éléments peuvent être hermétiquement fermés ou laissés à l'air libre, sans différence appréciable. Ils ne paraissent pas s'altérer avec le temps; du moins nous possédons plusieurs éléments scellés, construits depuis trois mois, qui sont exactement comparables aux éléments de construction récente.

» La force électromotrice diminue quand la température s'élève; cette variation très petite a été comprise, dans diverses expériences, entre $\frac{2}{1000}$ et $\frac{4}{1000}$ pour l'intervalle de 0° à 30°, soit environ $\frac{1}{10000}$ par degré. On peut donc négliger toute correction de température, dans les limites usuelles, et attribuer à l'élément la valeur qu'il possède à 15°.

» La force électromotrice est très sensiblement indépendante de la densité de la solution de sulfate de zinc, dès que celle-ci dépasse 1,02; pour des solutions plus étendues, elle diminue un peu. Une solution de densité 1,06, correspondant à une teneur de 10 pour 100 en sulfate cristallisé, paraît la plus convenable, et a été généralement employée.

» La polarisation de ces éléments a été l'objet d'une attention particulière. Pour de faibles débits, ne dépassant pas $\frac{1}{1000}$ d'ampère, la polarisation se dissipe rapidement dès que le circuit est ouvert. Ainsi, par exemple, un élément de dimensions moyennes ($0^m,06$ de diamètre), fermé depuis quelques heures sur une résistance totale de 1000 ohms, est assez fortement polarisé; le circuit étant ouvert, la polarisation tombe à $\frac{1}{1000}$ en cinq minutes. Dans l'emploi des méthodes de réduction à zéro, en ne fermant

---

fate basique de mercure $3HgO, SO^3$, qui donne exactement la même force électromotrice que le bioxyde, et peut même être employé seul.

le circuit que le temps nécessaire pour voir l'impulsion du galvanomètre, aucune polarisation sensible ne se produit, même avec des circuits de quelques centaines d'ohms seulement. On peut d'ailleurs se mettre à l'abri de toute polarisation permanente produite par une fermeture accidentelle, en donnant à l'élément une résistance intérieure d'un millier d'ohms, ce qui ne diminue guère, en général, la précision des mesures. Ces éléments étalons se prêtent donc aux mesures galvanométriques aussi bien qu'aux mesures faites avec l'électromètre.

» La force électromotrice a été mesurée en opposant l'élément aux deux extrémités d'une résistance connue, maintenue à température constante, et traversée par un courant dont la valeur absolue est mesurée par électrolyse; elle est, en volts légaux, très voisine de 1,39. Le chiffre des millièmes exige une vérification, et sera donné par la suite.

» Ces éléments sont aussi d'un bon usage pour la charge des électromètres. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'application du pouvoir rotatoire à l'étude de certains composés qui se produisent dans les solutions d'acide tartrique.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Debray.

« Biot a reconnu que l'acide borique, bien que dénué d'action sur la lumière polarisée, peut cependant changer la loi de dispersion des plans de polarisation que présentent les solutions aqueuses d'acide tartrique droit et rendre jusqu'à quatre fois plus grand le pouvoir rotatoire de cette substance (¹). M. Pasteur a trouvé que l'acide tartrique gauche et les acides maliques éprouvent les mêmes effets. Les lois suivant lesquelles varie le pouvoir rotatoire dans ces mélanges complexes ont été, de la part de Biot, l'objet de longues et patientes recherches qu'il poursuivit jusque dans ses dernières années; les mesures qu'il effectua sur des solutions de composition variable l'ont conduit à admettre l'existence de « combinaisons moléculaires en proportions continûment variables qui s'opèrent invisiblement dans des milieux liquides, sans qu'aucune de leurs parties se sépare de l'ensemble (²). »

» Il m'a paru intéressant de chercher s'il n'y aurait pas moyen d'éluci-

(¹) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XVI, p. 259 (1837).
(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIX, p. 206 (1860).

der cette question de l'existence de combinaisons chimiques en proportions continûment variables, par une étude analogue à celle de Biot appliquée à des solutions dans lesquelles des effets de dissociation risquaient moins de masquer le phénomène principal.

» Des expériences préliminaires m'ont conduit à reconnaître qu'il est des substances sans action propre sur la lumière polarisée et qui ont, comme l'acide borique, la propriété de faire disparaître les anomalies de la loi de dispersion des acides tartriques et maliques et d'augmenter la valeur absolue de leur pouvoir rotatoire dans des proportions tout à fait inattendues; tels sont les composés de la classe des amides : formamide, acétamide, urée, etc.; des acides, tels que les acides arsénique, arsénieux, molybdique et antimonique; des sels, tels que les arséniates, les molybdates et les tungstates alcalins. C'est ainsi, par exemple, que le molybdate de soude, ajouté à une solution aqueuse d'acide tartrique, peut rendre son pouvoir rotatoire plus de trente-cinq fois plus grand et le molybdate d'ammoniaque plus de cinquante fois plus grand. Cette augmentation du pouvoir rotatoire, qui est variable avec le temps, lorsqu'il s'agit de l'acide arsénique, est définitive dès les premiers instants lorsqu'on emploie les molybdates alcalins. Ce sont surtout ces composés que j'ai employés pour l'étude que j'avais en vue : la grandeur des quantités à mesurer, la précision avec laquelle l'appareil à pénombres de M. Laurent se prête aux mesures des pouvoirs rotatoires pour la lumière sensiblement monochromatique du sodium, une légère modification que j'ai apportée à la disposition des tubes qui reçoivent les liquides ([1]), enfin la grande solubilité des molybdates alcalins dans les solutions aqueuses d'acide tartrique m'ont permis de réaliser assez facilement des expériences précises jusqu'aux limites où leur discussion présente de l'intérêt.

» Pour rendre plus facile l'interprétation des résultats et simplifier les calculs, j'ai préparé des séries de dissolutions qui, pour une quantité constante d'acide tartrique droit, contiennent, sous le même volume et à la même température, des quantités de l'autre substance représentant, par rapport au poids employé d'acide tartrique, des fractions simples et graduellement croissantes d'équivalent du corps inactif.

([1]) Au lieu de faire usage des tubes classiques en verre épais montés dans une enveloppe de laiton facilement attaquée par les acides et qui, outre leur prix élevé, ont l'inconvénient de ne pas laisser le liquide prendre facilement la température ambiante, j'ai employé des tubes de verre mince présentant à leurs extrémités un rebord contre lequel s'appuie un disque de glace maintenu par une simple bague en caoutchouc.

» Le Tableau suivant contient les résultats d'une série d'expériences effectuées à la température de 17° sur des solutions contenant toutes $1^{gr},250$ d'acide tartrique droit, additionnées de quantités croissantes de molybdate de soude, depuis $\frac{1}{24}$ d'équivalent jusqu'à $7^{éq}$, et d'eau distillée en quantité telle que les volumes des divers liquides étaient amenés à 50^{cc}. Les rotations ont été observées à l'aide d'un tube dont la longueur est de $105^{mm},7$. La solution d'acide tartrique sans addition de molybdate de soude présentait une rotation de 0°21'.

Quantités de molybdate de soude	$0^{gr},084$	$0^{gr},168$	$0^{gr},336$	$0^{gr},504$	$0^{gr},672$	$0^{gr},840$	$1^{gr},008$	$1^{gr},176$	$1^{gr},344$	$1^{gr},512$	$1^{gr},680$	$1^{gr},849$
Rotations	0°50'	1°21'	2°22'	3°23'	4°25'	5°26'	6°26'	7°37'	8°49'	10°8'	11°30'	12°39'
Equivalents de ce sel pour $1^{éq}$ d'acide tartrique	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{2}{12}$	$\frac{3}{12}$	$\frac{4}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{6}{12}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{9}{12}$	$\frac{10}{12}$	$\frac{11}{12}$
Différences des rotations	29'	31'	61'	61'	62'	61'	60'	71'	72'	79'	82'	69'
Quantités de molybdate de soude	$2^{gr},017$	$2^{gr},187$	$2^{gr},353$	$2^{gr},521$	$3^{gr},024$	$4^{gr},033$	$5^{gr},042$	$6^{gr},048$	$8^{gr},066$	$10^{gr},084$	$12^{gr},100$	$14^{gr},117$
Rotations	13°39'	13°33'	13°33'	13°31'	13°21'	13°11'	12°57'	12°44'	12°30'	12°1'	11°45'	11°10'
Equivalents de ce sel pour $1^{éq}$ d'acide tartrique	$\frac{12}{12}=1$	$\frac{13}{12}$	$\frac{14}{12}$	$\frac{15}{12}$	$\frac{18}{12}=1,5$	2	2,5	3	4	5	6	7
Différences des rotations	—60'	— 6'	0	— 2'	—10'	—10'	—14'	—13'	—14'	—29'	—16'	—25'

» L'inspection de ces nombres conduit à l'interprétation suivante :

» 1° Lorsque l'acide tartrique et le molybdate de soude se trouvent dans la solution à équivalents égaux, il y a formation d'une substance dont le pouvoir rotatoire est de 37,57 fois celui de l'acide tartrique; la combinaison formée aurait pour composition $C^8H^6O^{12}, NaOMoO^3$.

» 2° On s'explique alors facilement que, dans les solutions qui pour le même poids d'acide tartrique contiennent moins de molybdate de soude, la rotation soit rigoureusement proportionnelle au poids de la substance inactive employée jusqu'à ce que la solution contienne $\frac{1}{2}$ équivalent, et à peine plus grande au delà jusqu'à $1^{éq}$.

» 3° L'addition de molybdate de soude à la solution qui contient déjà équivalents égaux des deux substances produit des effets à peine appréciables, même pour une addition de $\frac{1}{2}$ équivalent, et très faible lorsqu'on introduit dans le même volume de liquide jusqu'à $7^{éq}$ de molybdate de soude. On peut admettre que la combinaison produite est assez stable pour persister dans ces conditions.

» J'indiquerai ultérieurement les résultats de mes expériences sur d'autres substances. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une méthode générale de formation des manganites à partir des permanganates.* Note de M. G. **Rousseau**, présentée par M. Troost.

« Le permanganate de potasse, chauffé pendant quelque temps à 240°, se transforme, comme l'a montré P. Thenard, en manganate de potasse et en bioxyde de manganèse, d'après l'équation

$$Mn^2O^7, KO = MnO^3, KO + MnO^2 + O^2.$$

» J'ai reconnu que, sous l'action prolongée de la chaleur, le bioxyde de manganèse réagit à son tour sur le manganate; celui-ci disparaît complètement après sept heures de chauffe à 240°. La vitesse de cette réaction consécutive croît avec la température, conformément à une loi générale découverte par M. Berthelot; elle s'accomplit en quatre heures à 280°, en une heure à 320°, et en trente minutes au rouge sombre.

» On obtient ainsi une poudre d'un noir brunâtre, formée de cristaux microscopiques, souvent agrégés en masses volumineuses. Elle présente une réaction fortement alcaline et attire l'humidité atmosphérique avec une grande énergie : un échantillon de 3gr,488, pesé à l'air libre sur le plateau d'une balance, avait absorbé 0gr,032 d'eau au bout de dix minutes. L'augmentation de poids était de 0gr,097 après une demi-heure, de 0gr,247 après une heure et demie, de 0gr,355 en trois heures; elle atteignait 1gr,077 après vingt-quatre heures et 1gr,602 après quarante-huit heures. Cette expérience montre nettement que la potasse libre préexiste dans le produit de la calcination du permanganate en vase clos, antérieurement à tout lavage.

» La mise en liberté de l'alcali correspond à la formation corrélative d'un polymanganite; dans cet état de condensation, l'acide manganeux ne peut plus en effet saturer qu'une partie de la potasse primitivement combinée à l'acide permanganique.

» La masse noire, débarrassée de toute trace de manganate par une calcination suffisamment prolongée, puis soumise à des lavages répétés à l'eau bouillante, présente une composition voisine de celle d'un pentamanganite $5MnO^2, KO$ (52,64 et 52,68 pour 100 Mn; la théorie indique 51,98 Mn). Mais, dans cet état, elle est encore hygrométrique et retient une certaine quantité d'alcali libre qu'on ne peut lui enlever qu'en l'aban-

donnant quelques jours dans de l'eau maintenue à 100°. L'analyse du produit ainsi purifié conduit à adopter la formule $7MnO^2, KO$:

	Trouvé.				
	1.	2.	3.	4.	Calculé
Mn.......	54,75	54,78	54,62	55,04	54,76

» C'est encore un heptamanganite qu'on obtient, en magnifiques lamelles, quand on dissocie le manganate de potasse, vers 800°, dans un bain de chlorure de potassium. Je reviendrai prochainement sur ces expériences, où j'ai constaté que le manganate de potasse pur est d'une stabilité comparable à celle du manganate de baryte. Au rouge blanc, dans une flamme oxydante, il reste indécomposé; le manganite n'apparaît que si l'on opère à l'abri de l'air.

» La résistance du manganate de potasse à l'action de la chaleur paraît en opposition avec la destruction progressive de ce composé, vers 240°, quand il est en contact intime avec le bioxyde de manganèse. Cette contradiction disparaît si l'on considère avec quelle facilité les acides les plus faibles décomposent les manganates. On est ainsi conduit à l'interprétation suivante : l'acide manganeux, provenant de la décomposition initiale du permanganate d'après l'équation de Thenard, réagit sur les molécules voisines de manganate en reformant du permanganate et une nouvelle dose de bioxyde de manganèse :

$$MnO^2 + 3MnO^3, KO = Mn^2O^7, KO + 2MnO^2 + 2KO.$$

Ce bioxyde s'unit à une partie de la potasse libre pour donner naissance à un polymanganite, tandis que le permanganate se métamorphose en manganate et en bioxyde de manganèse, dont l'action mutuelle reproduit du manganite, de la potasse et du permanganate. Le manganite s'accumule ainsi à chaque nouveau cycle, et l'action de l'acide manganeux sur le manganate incessamment régénéré se poursuit jusqu'à la transformation intégrale du système primitif en manganite et en potasse anhydre.

» Cette curieuse réaction explique les échecs si fréquents dans la préparation du manganate de potasse. Sous l'action d'une température trop élevée, le bioxyde de manganèse non attaqué détruit le manganate, d'après le mécanisme que je viens de signaler; la masse, reprise par l'eau, ne laisse plus qu'un résidu noir de manganite.

» Le permanganate de baryte éprouve une décomposition analogue quand on le maintient pendant quinze heures à une température de 320°.

Il y a d'abord séparation de manganate et de bioxyde de manganèse; puis ces deux composés donnent, par leur action réciproque, des lamelles noires, brillantes, présentant la composition d'un dimanganite $2MnO^2, BaO$, quand le permanganate a été calciné en vase clos. Si l'on a opéré sans précautions spéciales pour empêcher l'accès de l'air humide, l'analyse du manganite montre qu'il a absorbé une proportion variable d'eau : un échantillon renfermait 37,69 pour 100 BaO; un second 41,43 BaO et 31,93 Mn, nombres qui, rapportés à la somme des poids de MnO^2 et de BaO trouvés analytiquement, sont entre eux dans le rapport exigé par la formule $2MnO^2$, BaO (46,93 BaO et 33,56 Mn; la théorie indique 46,78 BaO et 33,70 Mn). Cette absorption d'humidité tend à prouver que le produit est un mélange d'un polymanganite avec un excès de baryte non combinée. Pour trancher cette question, le manganite, finement broyé, a été mis en suspension dans de l'eau froide, à laquelle on a ajouté goutte à goutte de l'acide chlorhydrique jusqu'à réaction acide persistante. Après décantation de l'eau mère, la poudre a été lavée à l'eau bouillante, puis desséchée. Ainsi purifiée, sa composition correspond à celle d'un heptamanganite $7MnO^2, BaO$:

	Trouvé.		
	1.	2.	Calculé.
BaO............	19,80	19,56	20,07
Mn.............	»	50,04	50,52

» Les permanganates de strontiane et de chaux se comportent comme le permanganate de baryte; la décomposition du permanganate de chaux en polymanganite et en base libre s'opère, en quelques heures, à 200°.

» Les permanganates métalliques se transforment en manganites, à une température comprise entre 100° et 150°, d'après les expériences inédites de M. G. Lallement. La loi de décomposition que j'ai formulée plus haut se vérifie pour tous les composés de cette série. Il est donc vraisemblable que c'est là une méthode générale qui permettra d'obtenir régulièrement la plupart des manganites métalliques (1). »

(1) Ce travail a été fait au laboratoire d'enseignement et de recherches de la Sorbonne.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'acide urique par le permanganate de potasse.* Note de MM. **Ch. Blarez** et **G. Denigès**, présentée par M. Berthelot.

« L'acide urique est très peu soluble dans l'eau froide, mais il se dissout facilement à l'état d'urate dans les solutions alcalines, d'où les acides le précipitent rapidement quand il est à la dose de plus d'un demi-gramme d'urate dans un litre, plus lentement si la proportion d'eau est plus considérable.

» Lorsqu'il est ainsi en état de précipitation imminente, par le fait de la présence d'un acide libre, le caméléon l'oxyde avec une très grande facilité, mais cependant sans qu'on puisse représenter la réaction par une équation bien définie, la proportion de caméléon employée pour obtenir une teinte rose persistante de la solution urique étant fonction du *degré d'acidité* et de la *dilution* du mélange, comme nous allons le montrer dans les Tableaux qui suivent :

a. — Variation selon le degré d'acidité, les proportions d'eau et d'acide urique étant constantes.

Acide urique mis en expérience.	Eau.	Acide sulfurique au $\frac{1}{5}$.	Quantités de caméléon déci-normal employé. 1re série.	2e série.
gr 0,050	cc 200	cc 1	cc 6,3	cc 6,3
»	»	3	6,3	6,3
»	»	5	6,4	6,35
»	»	7	6,4	6,4
»	»	10	6,4	6,4
»	»	20	6,4	6,4
»	»	40	»	6,45
»	»	50	6,5	6,5

» La quantité de caméléon augmente avec la quantité d'acide libre, et par suite le coefficient proportionnel, qui représente la valeur de chaque centimètre cube de permanganate en acide urique, tend à diminuer.

» Lorsque le degré de dilution est tel que 1gr d'acide urique se trouve dans au moins 8000gr de liquide, la quantité de caméléon n'est plus fonction du degré d'acidité.

b. — Variation selon le degré de dilution.

Acide urique mis en expérience.	Eau.	Acide sulfurique au $\frac{1}{5}$.	Degré de dilution.	Quantité de caméléon employée.	Quantité de caméléon rapportée à $0^{gr},100$ d'acide urique.
gr 0,025	cc 200	cc 10	1 p. 8000	cc 3,4	cc 13,6
0,050	200	10	1 p. 4000	7,1	14,2
0,100	200	10	1 p. 2000	15,0	15,0

» Le degré de dilution fait donc varier très notablement la quantité de caméléon employée.

» Ces expériences, répétées un grand nombre de fois, ont toujours conduit à des résultats identiques.

» Si l'on opère avec une dilution plus grande que 1 pour 8000, les résultats deviennent constants. Toutefois, il faut chercher quelle est la quantité de caméléon nécessaire pour produire la teinte rosée finale avec un même volume d'eau acidulée.

Acide urique mis en expérience.	Eau.	Acide sulfurique au $\frac{1}{5}$.	Degré de dilution.	Quantités de caméléon (1re série) utilisées.	(1re série) calculées pour $0^{gr},100$ d'acide urique.	(2e série) utilisées.	(2e série) calculées pour $0^{gr},100$ d'acide urique.
gr 0,100	cc 800	cc 10	1 p. 8000	cc 13,50	cc 13,50	cc 13,50	cc 13,50
0,050	»	»	1 p. 16000	6,70	13,40	6,75	13,50
0,040	»	»	1 p. 20000	5,35	13,40	5,35	13,40
0,030	»	»	1 p. 26666	»	»	4,05	13,50
0,020	»	»	1 p. 40000	2,70	13,50	2,70	13,50
0,010	»	»	1 p. 80000	1,35	13,50	1,35	13,50
0,005	»	»	1 p. 160000	»	»	0,675	13,50

» Dans les limites où ces expériences ont été faites, chaque centimètre cube de caméléon déci-normal détruit $0^{gr},0074$ d'acide urique.

» Ce que nous venons de dire s'applique à des expériences faites à froid. Les nombres obtenus en opérant à chaud, même à la température de l'ébullition, sont identiques, toutes choses égales d'ailleurs.

» Les auteurs qui se sont occupés de ce procédé de dosage ont adopté le coefficient 0,0075 sans préciser le degré de dilution et d'acidité, ou en donnant des indications inexactes.

» En résumé, pour doser rigoureusement l'acide urique par le caméléon, nous conseillons d'opérer dans des conditions telles que :

» 1° La dilution soit au minimum de 1 pour 8000;

» 2° La quantité d'acide urique mis en expérience ne soit pas, autant que possible, supérieure à $0^{gr},100$;

» 3° La quantité d'acide sulfurique libre soit d'environ $3^{gr},50$.

» On pourra alors faire usage du coefficient 0,0074 et, avant d'effectuer les calculs, on devra retrancher la quantité de caméléon nécessaire pour communiquer à un même volume d'eau additionné de $3^{gr},50$ d'acide sulfurique une teinte analogue à celle choisie pour terme de la réaction.

» Nous avons entrepris cette minutieuse vérification dans le but d'étudier non seulement le dosage proprement dit de l'acide urique, mais encore sa solubilité dans l'eau pure, dans l'eau acidulée avec les principaux acides usuels et, enfin, dans un certain nombre de solutions salines.

» Nous indiquerons prochainement les résultats de ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés azotés du térébenthène.* Note de M. C. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« On sait qu'un mélange d'acide nitrique étendu d'alcool et d'essence de térébenthine donne lieu, au bout d'un certain temps, à une production de terpine et d'hydrates liquides de térébenthène. Les eaux mères de cette préparation dégagent alors des vapeurs nitreuses quand on les chauffe, et de l'ammoniaque si on les traite par des agents réducteurs : on en a conclu à la présence de corps nitrés dont la nature et les réactions n'ont pas été autrement déterminées. C'est cet examen que j'ai entrepris et qui m'a donné plusieurs *dérivés azotés du térébenthène,* corps nouveaux que je me suis proposé d'étudier.

» Pour retirer de ces eaux mères le composé qui donne des vapeurs nitreuses par la chaleur, je les distille avec de l'eau après les avoir bien lavées et neutralisées. La vapeur d'eau entraîne l'essence non attaquée, mélangée de plus en plus aux hydrates dont le point d'ébullition est plus élevé ; le corps cherché, moins volatil, s'accumule dans les dernières portions. C'est ce qu'indique le pouvoir rotatoire des parties distillées, qui est au début celui de l'essence de térébenthine, puis va en diminuant graduellement jusqu'à tomber à $[\alpha]_D = -11°$, soit moitié de celui que M. Berthelot a observé pour l'hydrate liquide $C^{20}H^{16},4HO$. Séparé de l'eau qu'il sur-

nage; le liquide ainsi obtenu est incolore et neutre au tournesol. Chauffé pendant longtemps avec de la potasse alcoolique, il se décompose avec formation d'azotite de potasse. C'est donc un éther nitreux d'hydrates de térébenthène, plutôt qu'un corps nitré proprement dit, ou plus exactement un composé de l'ordre du nitréthane, mais moins stable. Ce qui me semble confirmer cette composition, c'est que j'ai obtenu un liquide analogue, en faisant absorber du bioxyde d'azote aux hydrates liquides; je ferai observer, en outre, que cet éther ne se forme qu'en minime proportion quand le mélange d'acide et d'essence de térébenthine n'est pas alcoolisé : alors, en effet, la production d'hydrates liquides est peu sensible, tandis que c'est surtout de la terpine qui se dépose. L'alcool, qui favorise la production de ces hydrates liquides, augmente par conséquent celle de cet éther.

» Chauffé peu au-dessus de 100°, cet éther s'acidifie déjà, mais ne commence à dégager des gaz que vers 130°, pour se décomposer très activement vers 155°, en donnant de l'azote, du bioxyde d'azote et de la vapeur d'eau. Ce facile dédoublement par la chaleur ne m'a pas permis, en essayant de le distiller sous pression réduite, d'abaisser son point d'ébullition au-dessous de son point de décomposition et, par conséquent, de l'isoler des hydrates qui l'accompagnent. A son plus grand état de concentration, il dégageait, par la chaleur, neuf fois son volume de gaz.

» Pour traiter le résidu liquide de la réaction, on l'agite avec une solution étendue de soude caustique, puis on traite cette dernière par un excès d'acide sulfurique et l'on agite avec du chloroforme. On distille celui-ci et, par des traitements successifs à l'eau bouillante, on retire de la masse goudronneuse qu'il a laissée des cristaux qu'on n'a plus qu'à purifier par plusieurs cristallisations dans l'alcool. J'ajouterai que le traitement direct des eaux mères, lavées et neutralisées, donne les mêmes produits.

» Ces cristaux appartiennent à deux isomères, dont la composition et les réactions sont les mêmes, mais qui présentent des différences dans leurs propriétés physiques, différences qui se poursuivent jusque dans leurs divers dérivés. A la rigueur, on pourrait les trier à la main; mais il est préférable de les traiter par un solvant convenable, l'éther par exemple, qui les dissout en proportions inégales. Recristallisé dans l'alcool, l'isomère que l'éther n'a pas dissous se présente sous forme de prismes à base rhomboïdale très aplatie, longs, fragiles et opaques, et celui qui y est le plus soluble, en prismes droits à base rectangle, assez volumineux et transparents. Le premier sera α, le second β. Tous ces cristaux sont anhydres.

Leur composition peut être représentée par la formule $C^{20}H^{17}AzO^{4}$ ou un polymère.

	α			β		Calculé
	I.	II.	III.	I.	II.	pour $C^{20}H^{17}AzO^{4}$.
C.........	65,36	65,24	»	65,90	»	65,57
H.........	9,67	9,47	»	9,54	»	9,29
Az.........	»	»	7,96	»	8	7,65

» Ces composés ($C^{20}H^{17}AzO^{4}$) sont volatils, mais à peine au-dessous de 100°. Inodores à froid, ils émettent en se sublimant une odeur qui est faiblement camphrée. L'isomère α fond à 210° et bout à 283°, en se décomposant partiellement, comme l'isomère β qui bout à 274° et commence à fondre vers 100°, mais dont la fusion n'est complète qu'à 114°. Il semble ainsi que cet α soit formé lui-même de deux isomères, dédoublement que j'ai pu retrouver dans ses deux produits de réduction, isomères également, comme on le verra. L'isomère α se dissout dans 20 parties d'eau à 100° et 68 parties à 13°; 6 parties d'alcool à 90° et 30 parties d'éther. Comme l'autre isomère, il est extrêmement soluble dans le chloroforme. Il est dextrogyre : $[\alpha]_D = +69°$. La chaleur rend ses cristaux très électriques. L'isomère β se distingue par une solubilité plus grande : 2,5 parties d'alcool, 17 parties d'eau à 100° et 42 parties à 13°, 7 parties d'éther. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +18°,4$.

» Ces composés ($C^{20}H^{17}AzO^{4}$), bien purifiés, sont neutres au tournesol, mais leur fonction est nettement acide. L'acide sulfurique monohydraté ne les attaque pas à froid, pas plus que la potasse en solution concentrée à chaud; mais, fondus avec les alcalis caustiques, ils laissent un résidu de carbonate et de cyanure alcalins. La chaux sodée n'en dégage que 76 pour 100 d'azote à l'état d'ammoniaque.

Leur réaction caractéristique est la belle coloration violette qu'une trace de ces corps donne avec les sels de peroxyde de fer. J'ai pu isoler les sels ainsi formés en versant dans leur solution un excès de $Fe^{2}Cl^{3}$, saturant de NaCl, puis agitant avec du chloroforme qui par évaporation les abandonne sous forme d'une masse amorphe. Ces sels ainsi obtenus se dissolvent dans l'eau en la colorant en rouge brunâtre, qu'une trace d'acide minéral fait virer au violet. Ils ont pour composition

$$(C^{40}H^{34}Az^{2}O^{8})^{3}(Fe^{2}O^{3})^{2}.$$

	Calculé pour 100.	Trouvé pour 100.
Fer..................	8,54	8,6

» Le sel de chaux du corps α a pu être obtenu en versant, dans sa solution saturée, un excès de saccharate de chaux. Au bout de plusieurs jours, il se forme de fins cristaux, peu solubles dans l'eau, qui ont pour formule

$$(C^{20}H^{16}AzCaO^{4})^{2}, 3H^{2}O^{2}.$$

	Calculé pour 100.	Dosé pour 100.
Eau	11,79	12,5

» Pour le sel desséché à 100° :

	Calculé pour 100.	Trouvé pour 100.
Ca	9,9	9,96

» Dans une prochaine Communication, je donnerai l'étude des dérivés oxygénés et hydrogénés de ces composés. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets de la transfusion de sang dans la tête des décapités.* Deuxième Note de M. **J.-V. Laborde**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Dans l'intérêt de la vérité scientifique, je crois devoir faire à la Note récente de MM. Hayem et Barrier (*Comptes rendus*, 28 février 1887, p. 589 de ce Volume) la simple rectification suivante :

» 1° C'est, en réalité, entre la sixième et la septième minute après la décapitation que nous avons reçu la tête du supplicié Gagny (de Troyes), ainsi qu'en peuvent témoigner tous les témoins de l'expérience; et, si j'ai écrit dans le récit de celle-ci « vers la septième minute », c'était pour prendre la limite extrême.

» Or, il y a loin de sept minutes à *une heure*, seule période attribuée par MM. Hayem et Barrier à nos essais de transfusion.

» 2° Bien que, dans ce dernier cas, la double transfusion n'ait pu, à cause de certaines difficultés inévitables, bien fonctionner que vers la vingtième minute, elle n'en a pas moins été *parfaitement efficace* dans ses résultats, attendu que les phénomènes d'excitabilité cérébrale ont persisté jusqu'à la *cinquantième minute*, c'est-à-dire le *double* de leur survie en dehors de la transfusion.

» Ce résultat, *expressément noté* dans notre travail, en constitue la conclusion essentielle en ces termes :

« Ces nouvelles recherches ne montrent pas seulement la réalité de la » persistance *post-mortale* de l'excitabilité cérébrale, mais encore la possibi- » lité de doubler au moins par la transfusion, surtout par la transfusion » directe, la durée de cette persistance (1). »

» Il est donc absolument inexact de répéter que la transfusion n'a eu en ce cas, et ne pouvait avoir d'autre résultat que de remplir les vaisseaux. »

HISTOLOGIE. — *Sur la structure des fibres musculaires de quelques Annélides polychètes*. Note de M. **Jourdan** (2), présentée par M. Ranvier.

« Les études que je poursuis sur l'histologie des Annélides m'ont permis d'arriver, au sujet des fibres musculaires, à quelques résultats dont je crois devoir exposer les conclusions. La plupart des faits signalés dans les lignes suivantes se trouvent déjà consignés dans des Mémoires qui paraîtront bientôt; mais un certain nombre de mes observations se rapportent à des espèces chez lesquelles le système musculaire a seul attiré mon attention et dont je ne pense pas poursuivre plus loin l'étude anatomique. La présence d'une striation transversale chez un genre où elle n'a pas encore été signalée, à ma connaissance du moins, m'engage surtout à publier cette Note.

» Les muscles des téguments ont seuls fait l'objet de mes recherches, et les espèces qui ont servi à mes travaux sont les suivantes : *Hermione hystrix* Kgb., *Polynoe Grubiana* Clap., *Eunice torquata* Gr., *Syllis spongicola* Gr., *Phyllodoce Paneti* Bl., *Siphonostoma diplochætos* Otto, *Terebella Meckelii* Delle Chiaje, *Sabellaria alveolata* Lam., *Protula intestinum* Lam.

» La forme des fibres musculaires varie dans des limites assez grandes. On peut cependant les rapporter à deux types : les unes sont à peu près cylindriques, les autres sont nettement lamelleuses. Mais, entre ces deux formes extrêmes, il existe une série intermédiaire d'éléments plus ou moins rubanés les reliant entre elles. Ces fibres musculaires sont tantôt fusiformes et courtes; elles sont alors visibles dans toute leur étendue dans le champ du microscope. D'autres fois elles prennent des dimensions longitudinales beaucoup plus grandes; leurs extrémités sont rompues, et il est fort difficile d'apprécier exactement leur longueur.

(1) *Revue scientifique*, n° 28, p. 675; 1885.

(2) Laboratoire de Zoologie marine annexé à la Faculté des Sciences de Marseille.

» On peut distinguer, comme parties constitutives de ces fibres, une substance contractile remarquable à sa coloration intense et à son aspect homogène, et un noyau accompagné d'un corps protoplasmique plus ou moins abondant. L'existence d'une membrane d'enveloppe semble douteuse : je pense même que dans la plupart des cas elle n'existe pas; c'est tout au plus si au niveau du noyau on aperçoit une mince pellicule hyaline qui semble maintenir le nucléus en contact avec l'élément auquel il appartient, mais cette membrane rudimentaire ne tarde pas à se perdre au contact de la substance musculaire et à disparaître complètement.

» Lorsque ces fibres sont lamelleuses, elles montrent toujours un bord plus épais que l'autre, de telle sorte que leur forme est semblable à celle de la lame d'un sabre dont le bord épais serait droit, tandis que le bord mince serait déchiqueté et garni de prolongements irréguliers.

» La substance contractile de ces fibres est parfaitement homogène, et un examen attentif de pièces bien fixées montre qu'il est impossible d'y découvrir, dans la plupart des cas, des stries transversales ou longitudinales. On remarque, dans quelques-unes d'entre elles, un aspect spécial qui pourrait faire croire à l'existence d'une grossière striation transversale. Les réactifs colorants, et en particulier l'hématoxyline, font voir en effet des segments alternativement clairs et sombres qui donnent à la fibre une apparence plutôt zébrée que striée; il est facile de remarquer que ces fausses striations correspondent à de véritables épaississements de la substance musculaire et doivent être considérées comme des ondes de contraction n'ayant rien de commun avec les stries transversales des muscles des Arthropodes et des Vertébrés. J'ai trouvé cependant, chez une espèce d'Annélide tubicole (*Protula intestinum* Lam.), remarquable par les dimensions et la forme lamelleuse des fibres longitudinales de la région postérieure de son corps, une véritable striation, bien différente de l'aspect que je viens de signaler et qui, par sa finesse et sa régularité, est comparable aux stries des muscles des Mammifères. Le sens général de cette striation est transversal, mais il est curieux de voir qu'elle est surtout manifeste dans les régions sombres de la fibre. La direction générale de ces stries varie suivant le point que l'on examine : c'est ainsi que de transversales elles peuvent devenir plus ou moins obliques. Elles paraissent groupées par champ qui sont indépendants les uns des autres et dans lesquels le sens de la striation varie dans des limites assez grandes. Ces stries sont très fines; je donnerai une idée de leurs dimensions en disant que les objectifs à immersion sont nécessaires pour les distinguer. Je ne crois pas que l'existence

de cette striation chez la *Protula intestinum* soit un cas unique; il est au contraire bien possible que des exemples semblables se rencontrent dans des formes voisines; mais sa présence était, je crois, intéressante à constater, parce qu'elle est encore ici en relation avec la rapidité de la contraction. Les Annélides tubicoles du type des Protules sont en effet remarquables par la vitesse avec laquelle elles contractent leur abdomen et s'enferment dans leurs tubes ; la présence d'une striation transversale dans les muscles de ces animaux confirme donc l'opinion des savants qui pensent qu'une contraction brusque correspond toujours à l'existence d'une striation transversale.

» Le noyau est ovale, situé en dehors de la masse de substance contractile. Le protoplasma au milieu duquel il se trouve placé est quelquefois très abondant et accompagne la fibre musculaire sur une grande partie de sa longueur; mais le plus souvent il se réduit à de petites masses granuleuses qui entourent le noyau ou qui forment sur le bord de la fibre des crêtes irrégulières. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure réticulée du protoplasma des Infusoires* (1). Note de M. **Fabre-Domergue**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans ces dernières années, l'étude de la structure des êtres unicellulaires est entrée dans une voie nouvelle et féconde par la découverte d'un réseau protoplasmique composant le corps entier de l'être, réseau dont les mailles se resserrent à mesure qu'elles se rapprochent de la périphérie pour donner naissance à une couche ectoplasmique plus ou moins structurée.

» Les travaux des cytologistes avaient, depuis plusieurs années déjà, fait connaître l'existence de ce réseau dans la plupart des cellules animales et végétales, mais c'est à Bütschli que revient l'honneur de l'avoir le premier indiqué et figuré, non seulement chez les Infusoires (Opalines), mais encore chez un grand nombre de Rhizopodes marins. En 1886, Schuberg l'a étudié d'une façon très complète dans sa monographie de la *Bursaria truncatella*. Il faut bien se garder de confondre cette réticulation constitutive du protoplasma avec la réticulation grossière que présentent certains Infusoires, tels que la Noctiluque, le *Trachelius ovum*, le *Loxodes ros-*

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. A. Milne-Edwards.

trum, etc. Celle-ci est due, non à une structure protoplasmique particulière, mais bien à des inclusions aqueuses très rapprochées les unes des autres, et diffère de la réticulation protoplasmique proprement dite en ce que les espaces inter-trabéculaires contiennent de l'eau et non du suc protoplasmique. Or c'est l'association du réseau solide et de ce suc protoplasmique qui constitue la substance du corps de l'Infusoire et lui donne ses propriétés vitales.

» La réticulation fine est beaucoup plus difficile à discerner; pourtant je suis arrivé à la mettre en évidence chez un grand nombre de formes : *Paramœcium aurelia, Vorticella campanulata, Stylonichia mytilus*, en me basant sur la propriété que possède le suc cellulaire de se dissoudre dans la potasse même après une fixation et une coagulation légère. Je fixe donc les Infusoires par une solution faible d'iode, je lave à la potasse à 10 pour 100, puis à l'eau distillée qui, en étendant la solution de potasse, en active l'action, et enfin je neutralise par une goutte d'acide acétique très dilué. Dans ces conditions, et surtout après coloration à l'éosine, les trabécules protoplasmiques apparaissent avec la plus grande netteté. Très lâches au centre du corps, ils se resserrent de plus en plus pour constituer l'ectosarc, qui présente, chez la Paramœcie, la vacuolisation régulière signalée par Bütschli chez les Opalines. Chez la *Vorticella campanulata*, les vacuoles de l'ectosarc ont leur grand axe perpendiculaire à l'axe du corps, sont ovalaires et irrégulièrement disposées. Enfin le réticulum des Oxytrichidés est très serré et à trabécules courts et nombreux. La viscosité du protoplasma est donc en rapport avec la condensation du réticulum. Les bols alimentaires m'ont toujours paru contenus entre les mailles du réseau, tandis que les granulations semblent faire partie de la masse structurée.

» Le suc protoplasmique étudié à l'état d'isolement parfait par Dujardin lui-même, qui en avait observé la transsudation à travers la cuticule des Paramœcies et des Vorticelles, présente une grande fluidité; car j'y ai vu des monades, emprisonnées par hasard dans les vésicules exprimées du corps d'une Paramœcie, s'y mouvoir avec la plus grande facilité. Dujardin a fort bien établi ses propriétés physiques et chimiques : aussi me bornerai-je à dire ici que l'on y trouve en dissolution tous les ferments actifs de la digestion, me réservant dans une étude ultérieure de donner plus complètement le résultat de mes recherches sur ce liquide.

» Les rapports entre le réticulum et la substance liquide imbibante nous expliquent bien des faits restés inexpliqués jusqu'ici, tels que la circulation des bols alimentaires et la localisation des vésicules contractiles, deux phé-

nomènes tellement incompatibles lorsque l'on admettait l'existence d'un sarcode homogène et circulant, que la logique des observateurs les plus distingués, Claparède et Lachmann, M. Balbiani et d'autres encore, répugnant à admettre des organes fixes dans une masse circulante, a toujours eu une tendance à considérer ces organes comme munis de parois propres.

» Le réticulum représente donc la partie fixe du protoplasma, et c'est par une différenciation en un point déterminé de sa substance que se constitue la vésicule contractile. Le trajet des aliments en ligne droite chez le *Didinium nasutum*, fort bien observé par M. Balbiani, est également dû à une différenciation physiologique de ce réticulum, dont l'immobilité est la seule explication logique de la localisation des organes qui y sont contenus.

» Le liquide protoplasmique reçoit les vacuoles alimentaires et, par des échanges osmotiques avec leur contenu, en dissout les produits assimilables. C'est lui qui circule avec les vacuoles entre les mailles du réticulum, et c'est enfin lui qui transmet à celui-ci les corps dissous. L'assimilation proprement dite, la combustion, se fait dans le réticulum, et c'est dans sa substance même que se déposent les corps de désassimilation qui seront plus tard redissous et rejetés au dehors.

» J'ajouterai enfin qu'il importe de distinguer les Infusoires à réticulum périphérique structuré de ceux qui possèdent, en outre, une membrane cuticulaire nettement isolable par les réactifs. Cette membrane correspond morphologiquement à une cuticule, et l'on doit bien se garder de confondre, comme on l'a fait jusqu'ici, sous le terme générique de *tégument*, les différenciations ectoplasmiques et les membranes de formation secondaire. Celles-ci manquent chez un grand nombre de formes, et les Oxytrichides, par exemple, qui ont un ectoplasme si nettement différencié qu'on l'a comparé à une cuirasse, doivent pourtant être considérés comme des Infusoires nus. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur l'anatomie d'un embryon humain de trente-deux jours.* Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les principaux faits nouveaux concernant l'organisation de l'embryon que j'ai étudié sont les suivants :

» I. Je suis en mesure de confirmer, d'une façon absolue, le fait que M. le professeur H. Fol a démontré : le nombre des vertèbres de mon embryon est de trente-huit. Cependant il y a déjà diminution du nombre des ganglions rachidiens.

» On peut compter trente-trois ganglions bien distincts, donnant naissance à un nerf sensitif bientôt réuni à une racine motrice, puis vient une série de trois ganglions plus petits, sans racine motrice correspondante.

» Au delà de ces trois ganglions encore reconnaissables, la racine sensitive est réduite à une crête cellulaire dans laquelle il est impossible de distinguer une segmentation.

» II. Relativement à la disposition des valvules et cloisons auriculaires du cœur, et à la formation du *trou de Botal*, les faits que j'ai observés sont en contradiction avec la théorie généralement admise, d'après les travaux de His.

» La veine cave inférieure, en s'ouvrant dans l'oreillette, offre, comme on le sait, deux valvules saillantes : l'une, gauche, *valvule du trou ovale;* l'autre, droite, *valvule d'Eustache*. D'après les descriptions classiques, « la » valvule gauche, en forme de croissant, se dirigerait à la rencontre d'une » valvule similaire née de la paroi antérieure de l'oreillette, et de leur » réunion résulterait un diaphragme percé d'un trou : *trou ovale* ou *trou* » *de Botal* ».

» Ce n'est pas ainsi que les choses se passent. A gauche de la valvule du *trou ovale*, existe une cloison complète en arrière, laissant encore subsister en avant une étroite communication entre les deux oreillettes. Cette cloison est percée, à peu près dans sa partie médiane, d'un orifice ovalaire : c'est la future *cloison interauriculaire* dans laquelle cet orifice ou *trou de Botal* est taillé comme à l'emporte-pièce. Entre elle et la valvule du trou ovale, existe un espace triangulaire, diverticulum de l'oreillette droite, qui a été désigné par His sous le nom d'*area interposita*. C'est dans cet espace, qui, d'après l'auteur allemand, serait une dépendance de l'oreillette gauche, que s'ouvriraient les veines pulmonaires.

» Or, cet espace n'a aucune relation avec l'oreillette gauche, puisqu'il en est séparé par la cloison des oreillettes, complète à ce niveau. D'autre part, le tronc des veines pulmonaires s'ouvre directement dans l'oreillette gauche, à sa partie inférieure et tout près de la cloison. L'hypothèse d'un changement de position ultérieur de l'ouverture de ces veines devient dès lors inutile.

» La cloison des oreillettes se forme donc d'une seule pièce et non par la soudure de valvules indépendantes et opposées. Si la valvule du trou ovale joue un rôle dans l'occlusion du trou de Botal, à coup sûr elle ne prend pas part à sa formation.

» III. Jusqu'ici, tous les auteurs ont répété, d'après les recherches de

His, que le pancréas, chez l'homme, provient d'un diverticulum unique du tube digestif. Dans ce cas, la présence d'un conduit excréteur accessoire ne pouvait s'expliquer que par la division du conduit primitif. Si réellement il en était ainsi, on devrait toujours trouver une glande unique avec deux conduits excréteurs. Ce n'est pas ce qui se passe chez mon embryon. Deux ébauches séparées forment les rudiments de cet organe : l'une correspond au conduit accessoire de l'adulte, l'autre au *canal de Wirsung*. La première naît de la paroi latérale gauche du duodénum, un peu au-dessus du canal cholédoque, par un infundibulum dont le sommet se continue par une lumière très étroite dans le canal de la glande. Sur les parois de ce dernier, des bourgeons latéraux sont disposés sur deux ou trois rangées comme les lobules d'une glande en grappe rudimentaire. A son extrémité supérieure, ce canal se termine par un cæcum cylindrique à lumière beaucoup plus large et sans aucune division ou lobes latéraux.

» La deuxième portion du pancréas est en relation intime avec le canal cholédoque. Celui-ci sort de la paroi dorsale de l'intestin par un canal régulier à épithélium cylindrique. Après un court trajet en arrière et à droite, il se bifurque en deux : la branche droite se recourbe en avant et s'accole à la face inférieure du foie, auquel elle fournit le réseau des cylindres hépatiques; la branche gauche continue son trajet en arrière et en haut et donne des bourgeons latéraux de la même manière que le rudiment pancréatique supérieur.

» Entre les deux conduits excréteurs, l'intestin est comme étranglé et sa lumière est réduite à une fente étroite. Il y a donc, au début, deux pancréas distincts : l'un supérieur, plus volumineux, dont le canal excréteur deviendra le conduit accessoire du pancréas de l'adulte : c'est celui qui se développe en premier lieu, comme l'a montré M. Fol, dans l'embryon de $5^{mm},6$; l'autre inférieur, qui correspond au canal de Wirsung de l'adulte. Ces deux glandes embryonnaires sont plongées dans la masse de mésoblaste qui enveloppe le duodénum et sont complètement séparées par la veine porte qui passe entre les deux pour se jeter dans le sinus inférieur du foie.

» IV. Comment se constitue le *lobule hépatique* de l'adulte? Comme on le sait, les cylindres hépatiques primitifs sont des bourgeons pleins qui se ramifient et s'anastomosent entre eux pour former un réseau à mailles polygonales.

» Non seulement ces bourgeons sont pleins, mais les cellules qui les constituent n'offrent pas de limites distinctes, et les noyaux sont plongés

dans une masse protoplasmique commune. Ces noyaux sont vésiculeux; beaucoup possèdent deux nucléoles très réfringents; quelques-uns sont étranglés et en voie de division.

» En certains points nodaux du réticulum hépatique, il existe des renflements où les cellules, très nombreuses et très condensées, sont nettement différenciées; en même temps que leurs limites deviennent distinctes, elles ont une tendance à se dissocier et des espaces intercellulaires apparaissent. Leurs granulations protoplasmiques, devenues plus grosses et plus foncées, masquent souvent le noyau arrondi, très réfringent. Ces amas de cellules hépatiques différenciées n'existent guère que dans le lobe gauche du foie; la plupart sont encore isolés. Cependant, vers la partie postérieure du lobule, ils se réunissent en une masse centrale de $0^{mm},6$ de long sur $0^{mm},5$ de large et $0^{mm},5$ d'épaisseur. Ce *lobule primitif* est uniquement formé des cellules granuleuses ci-dessus décrites, souvent polyédriques par pression réciproque. Entre elles, on trouve çà et là de rares globules sanguins. Il est entouré à sa périphérie par le réseau des cylindres hépatiques primitifs dont les cellules sont en continuité, par une transition insensible, avec celles du lobule primitif (1). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'origine des mouvements cycloniques.* Extrait d'une Lettre de M. **Rey de Morande** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Moulins, 10 mars 1887.

» La discussion sur l'origine des tempêtes, qui se poursuit à l'Académie, me paraît avoir à tenir compte des travaux de MM. Legoarant de Tromelin et Schwedoff, qui, à mon avis, ont beaucoup éclairci cette question.

» Il devient probable que les mouvements cycloniques se forment habituellement vers l'équateur thermique, et dans cette région moyenne de l'atmosphère qui sert de limite commune aux vents alizés et contre-alizés. Ils résultent du déplacement des alizés, par un mouvement désigné par M. de Tromelin sous le nom de *cisaillement*.

» Toutes les fois que l'alizé austral empiète ainsi sur l'alizé boréal, il projette dans le contre-alizé boréal une masse d'air souvent considérable et toujours plus chaude que le milieu ambiant, puisque les alizés sont

---

(1) Le Mémoire accompagné de Planches paraîtra dans les *Archives de Zoologie expérimentale*.

des vents inférieurs. Dès que cette projection a eu lieu, l'air ambiant afflue de toutes parts, pour rétablir l'équilibre de la température; mais, comme la rotation de la Terre a pour effet de dévier vers l'ouest les vents qui arrivent du nord, et vers l'est les vents qui arrivent du sud, il en résulte un mouvement tourbillonnaire, ainsi que l'absence de tout vent au *centre* ou *œil* de la tempête.

» Les mouvements cycloniques qui viennent si souvent modifier le climat de nos contrées se formeraient ainsi, tout d'une pièce, vers l'équateur thermique et dans les régions moyennes de l'atmosphère. Ils n'auraient pas d'autre mouvement de translation que celui du contre-alizé boréal dans lequel ils se forment. »

M. **Déclat** adresse une Note sur l'histoire de l'acide phénique, comme médicament.

M. **J. Avias** adresse une Note sur un avertisseur électrique, destiné à faire parvenir à un train en marche un avis d'arrêt.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 mars 1887.

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; Tome IV. Lyon, Henri Georg, 1887; vol. in-fol. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Définition et emploi des coordonnées azimutales; par M. Hatt. Paris, Imprimerie nationale, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Communication tubulaire sous-marine à travers le détroit du Pas-de-Calais; par Alph. Beau de Rochas. Paris, Dunod, 1881; br. in-4°.

L'année scientifique et industrielle; par Louis Figuier. Paris, Hachette et Cie, 1887; vol. in-12. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Prodrome de la malacologie terrestre et fluviatile de la Tunisie; par A. Letourneux et J.-R. Bourguignat. Paris, Imprimerie nationale, 1887; vol. in-8°.

Travaux du laboratoire de Léon Frédéricq; T. I. 1885-1886. Gand, I. Vanderpoorten, 1886; vol. in-8°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

Le cadran d'Achaz et les miracles; par Jules Gaudard. Lausanne, Georges Bridel; br. in-8°.

Compte rendu des travaux des conseils d'hygiène du département de Seine-et-Marne, pendant l'année 1885; *par* le Dr Bancel et le Dr Masbrenier. Melun, H. Michelin; br. in-8°.

Annales télégraphiques; 3e série, Tome XIII, nov. à déc. 1886. Paris, Vve Dunod, 1886; br. in-8°.

Annuario publicado pelo imperial observatorio do Rio de Janeiro para o anno de 1887. Rio de Janeiro, Lombaerts et Cie, 1886; vol. pet. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Osservazioni meteorologiche eseguite nell' anno 1886, *col riassunto composto sulle medesime; da* E. Pini. Milano, Bernardone; br. in-4°.

Observations publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande; Tomes I et II. Helsingfors, 1882-1883; 2 br. in-fol.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par J. Bosscha; T. XXI, 2e et 3e livraison. Harlem, les héritiers Loosjes, 1887; br. in-8°.

United States Commission of fish and fisheries; Part XII. *Report of the commissioner for* 1884. Washington, Government printing Office, 1886; vol. in-8°.

Report of the meteorological Council to the royal Society. London, 1887; br. in-8°.

Papers read before the medico-legal Society of New-York, from its organisation; third series, 1875 to 1878. Printed by a Committee of the medico-legal Society, 1886; vol. in-8°.

Le cartilage primordial et son ossification dans le tronc et les extrémités, chez l'homme, avant la naissance; par Adolphe Hannover. Copenhague, 1887; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 février 1887.)

Page 608, ligne 22, *au lieu de* orientale, *lisez* occidentale.
Page 609, ligne 29, *au lieu de* teinté, *lisez* tinté.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 MARS 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un solide dans un liquide;* par M. HALPHEN.

« La recherche du mouvement d'un corps solide dans un liquide indéfini se ramène à l'intégration de six équations différentielles simultanées, établies par M. Kirchhoff ([1]), et qui ont fourni à Clebsch le sujet d'un beau Mémoire ([2]). Trouvant, par une méthode entièrement neuve, plusieurs cas encore inconnus où le problème se réduit à des quadratures, Clebsch nous a fait comprendre qu'il existe, sans doute, un nombre indéfini de pareils cas. Parmi ceux que l'on connaît maintenant, le plus simple, déjà signalé par M. Kirchhoff, un peu étendu par Clebsch, conduit à des

([1]) *Vorlesungen über Mathematische Physik*, p. 236.
([2]) *Mathematische Annalen*, t. III, p. 238.

quadratures elliptiques. Par l'emploi des *fonctions elliptiques,* il existe donc un cas où ce beau problème est susceptible d'une solution complète, où tous les éléments du mouvement peuvent s'exprimer en fonction explicite du temps ([1]).

» Ayant voulu faire effectivement cette application nouvelle des fonctions elliptiques, j'ai rencontré des formules d'une simplicité assez marquée eu égard à la complication du problème, des formules par lesquelles on se rend compte aisément du mouvement cherché. Mais l'étude de ces formules m'a conduit, en outre, à une conclusion inattendue.

» L'attention a été récemment appelée ([2]) sur un admirable théorème, trouvé par Jacobi, et d'après lequel le mouvement d'un corps grave de révolution, suspendu, dans le vide, par un point de son axe, se décompose en deux *mouvements à la Poinsot*. C'est dans les formules elliptiques, représentant le mouvement du corps grave, que Jacobi a su lire cette décomposition, dont M. Darboux a donné, il y a deux ans, une démonstration directe et élégante.

» Parmi les formules nouvelles dont j'ai parlé, celles qui représentent la *rotation* du corps solide dans un liquide font apparaître aussi une décomposition analogue, à peine plus compliquée, en deux mouvements à la Poinsot et une rotation autour d'un axe fixe dans le corps. Dans le cas même où le corps est homogène et de révolution, cette dernière rotation disparaît.

» On sait, grâce à M. Darboux ([3]), réaliser mécaniquement les mouvements à la Poinsot. Il est donc permis de conclure que l'on pourrait reproduire, par un appareil assez simple, la rotation même que prendrait, dans un liquide indéfini, un corps solide, homogène et de révolution, soustrait à l'action de toute force extérieure.

» Il existe toutefois, dans cette décomposition, un cas exceptionnel. En ce cas, qui se distingue seulement par le signe d'un coefficient, les mouvements composants sont imaginaires; et c'est un fait digne de remarque,

---

([1]) On omettrait le travail le plus intéressant peut-être, parmi ceux qui se rapportent au mouvement d'un solide dans un liquide indéfini, si l'on ne mentionnait un beau Mémoire de M. H. Weber, publié dans les *Mathematische Annalen*, t. XIV, p. 173. Là aussi, dans un cas particulier, tous les éléments du mouvement sont exprimés en fonction explicite du temps, par le moyen des *fonctions hyperelliptiques*.

([2]) Par M. Darboux et par moi-même dans les *Comptes rendus* de 1885, t. C, p. 1065, et t. CI, p. 11.

([3]) *Comptes rendus*, t. CI, p. 205.

bien que sans aucune signification cinématique, que la décomposition d'un mouvement réel en deux mouvements imaginaires.

» Les équations différentielles du mouvement contiennent six inconnues. On considère trois axes rectangulaires, mobiles dans l'espace, fixes dans le corps solide. Soient U, V, W les composantes de la vitesse de leur origine, prises sur ces axes eux-mêmes; soient encore P, Q, R les composantes de la rotation instantanée, prises sur ces mêmes axes. Ce sont là les six inconnues qui figurent dans les équations de M. Kirchhoff. Dans ces mêmes équations sous la forme qu'a employée Clebsch, les inconnues sont autres, liées aux précédentes par des relations linéaires. Elles sont dénotées $x_1, x_2, x_3; y_1, y_2, y_3$. Soit T la force vive totale du solide et du liquide. Les quantités x sont les dérivées partielles de T par rapport à U, V, W, et les quantités y les dérivées par rapport à P, Q, R. La force vive T est exprimable, en forme quadratique, au moyen des nouvelles inconnues, et le cas d'intégrabilité dont il s'agit ici est celui où, par un choix convenable des axes, cette forme quadratique T se réduit aux termes suivants :

$$\begin{aligned} \mathrm{T} = {} & \tfrac{1}{2}p(x_1^2 + x_2^2) + \tfrac{1}{2}p'x_3^2 \\ & + q(x_1 y_1 + x_2 y_2) + q' x_3 y_3 + \tfrac{1}{2}r(y_1^2 + y_2^2) + \tfrac{1}{2}r'y_3^2. \end{aligned}$$

» Quand le solide est de révolution, les coefficients q et q' disparaissent.

» Le cas dont j'ai parlé tout à l'heure, celui où la décomposition du mouvement est imaginaire, se distingue par ce fait que $(p' - p)$ y est négatif. C'est seulement quand $(p' - p)$ est positif que la décomposition est réelle. Elle est réelle aussi dans le cas intermédiaire, celui où $(p' - p)$ est nul, et la rotation du corps s'y rapproche beaucoup de celle d'un corps grave de révolution suspendu, dans le vide, par un point de son axe.

» Je ne rapporterai pas ici les formules mêmes qui font connaître le lieu du corps à un instant quelconque; je ne pourrais le faire avec clarté sans allonger, outre mesure, cette Communication. Il me suffira de donner une idée du mouvement, en citant la proposition suivante :

» *Le mouvement du solide se compose :* 1° *d'un mouvement hélicoïdal uniforme autour d'un axe fixe dans l'espace;* 2° *d'une rotation uniforme autour d'un axe fixe dans le corps;* 3° *d'un mouvement périodique.*

» Je me propose maintenant d'expliquer sommairement la décomposition en deux mouvements à la Poinsot. Et d'abord, je dois rappeler ce que sont ces mouvements.

» Généralisant un peu la conception du mouvement donné par Poinsot comme image de celui d'un corps solide qui n'est soumis à aucune force, on a été conduit à envisager le mouvement analogue où les propriétés cinématiques subsistent, où seulement l'ellipsoïde d'inertie est remplacé par une surface du second degré à centre et quelconque, ellipsoïde ou hyperboloïde. Au lieu de supposer cette surface mobile, il est ici plus commode de l'imaginer fixe.

» J'appelle donc *mouvement à la Poinsot* celui d'un plan qui roule, sans glisser, sur une surface du second degré, en restant à une distance constante du centre de cette surface, et avec une vitesse de rotation instantanée constamment proportionnelle à la longueur du rayon vecteur qui va de ce centre au point de contact.

» Les axes fixes auxquels on rapporte naturellement ce mouvement sont les axes de figure a, b, c de la surface du second degré; les axes mobiles qui représentent le corps en mouvement ont une origine fixe, car c'est la rotation seule que l'on envisage. L'un d'eux Z est perpendiculaire, les deux autres X et Y sont parallèles au plan mobile.

» Dans les mouvements à la Poinsot ainsi définis, le mouvement particulier de l'axe Z est périodique. Sa période peut être appelée la *période du mouvement*, quoique, bien entendu, le mouvement du corps ne soit pas périodique.

» Soit $\frac{1}{n}$ le rapport constant du rayon vecteur à la rotation instantanée; soient a^2, b^2, c^2 les carrés des demi-axes de la surface du second degré, et h la distance constante du plan mobile au centre : les quatre nombres $\frac{a^2}{n^2}, \frac{b^2}{n^2}, \frac{c^2}{n^2}, \frac{h}{n}$ caractérisent complètement un mouvement à la Poinsot. J'ai à considérer simultanément deux mouvements analogues : distinguons-les par les indices o et 1, affectant les lettres a, b, c, h, n.

» J'appelle *concordants* deux mouvements à la Poinsot satisfaisant à la double condition que les trois différences, analogues à celle-ci

$$\frac{(a_0^2-h_0^2)(b_0^2-h_0^2)}{n_0^2 h_0^2}-\frac{(a_1^2-h_1^2)(b_1^2-h_1^2)}{n_1^2 h_1^2},$$

soient égales entre elles.

» La double propriété, qui correspond à cette double condition, consiste en ce que d'abord les deux mouvements ont une même période, et en ce que leur représentation elliptique se fait au moyen de fonctions ayant un même invariant.

» Dans la décomposition trouvée par Jacobi, les mouvements composants sont *concordants;* mais ils sont liés par une relation de plus. En outre, ils présentent encore cette circonstance que les axes Z_0, Z_1 se placent simultanément dans des plans principaux des deux surfaces du second degré. Dans la décomposition que j'ai en vue, les deux relations de concordance sont les seules que l'on doive supposer, et les deux axes Z_0, Z_1 occupent simultanément des positions quelconques.

» Voici, après ces préliminaires, la proposition que l'on peut énoncer :

» *Par rapport à des axes fixes* a, b, c (axes de symétrie des deux ellipsoïdes ou hyperboloïdes), *deux systèmes* X_0, Y_0, Z_0 *et* X_1, Y_1, Z_1 *sont animés de deux mouvements à la Poinsot concordants. Les axes* X_1, Y_1, Z_1 *entraînent avec eux un autre système* A, B, C, *où l'axe* C *coïncide avec* Z_1 *et qui est animé, par rapport à* X_1, Y_1, Z_1, *d'une rotation* (autour de Z_1) *dont la vitesse instantanée a pour expression*

$$\frac{d\psi}{dt} = M \cos Z_1 Z_0.$$

» *Si la constante* M *est convenablement choisie, le mouvement relatif de* A, B, C, *par rapport à* X_0, Y_0, Z_0, *reproduit la rotation d'un solide dans un liquide* (en l'absence de toute force extérieure) *pour un quelconque des cas où, la force vive ayant la forme ci-dessus* (T), *la quantité* $(p' - p)$ *est positive.*

» La détermination des coefficients de T en fonction des éléments des mouvements composants et la recherche inverse constituent deux problèmes fort intéressants, qui se résolvent tous deux sans aucune ambiguïté. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les grands mouvements de l'atmosphère et sur les théories cycloniques de M.* Schwedoff, *de M.* Colladon *et de M.* Lasne ; par M. **Faye**.

« Dans une Lettre récente à l'Académie (p. 802), un savant météorologiste, M. Rey de Morande, exprime l'idée qu'il y aurait à tenir compte, dans la présente discussion, des travaux de M. Legoarant de Tromelin et de M. Schwedoff. Je m'empresse de répondre à cette sorte de mise en demeure.

» D'abord en ce qui concerne le premier auteur, dont les idées se rapprochent beaucoup des miennes, j'aurais à puiser dans ses écrits des arguments favorables à ma thèse plutôt qu'à réfuter des critiques. C'est ainsi

que j'accepte pleinement la dernière phrase de l'intéressante Lettre de M. de Morande ([1]).

» Il en est tout autrement du second. M. Schwedoff donne tort à tout le monde à la fois, aux météorologistes, à M. Colladon et à moi ([2]). Pour lui, un tourbillon occupe toute la hauteur de l'atmosphère. Ses girations ne commencent ni en haut, ni en bas, ni au milieu : elles se forment tout d'une pièce et d'un seul coup. Il est vrai, dit-il, que la cause de ces mouvements giratoires reste inconnue; mais c'est une raison de plus pour que nous tâchions de nous faire une idée juste de la nature de ces mouvements.

» Cette théorie de M. Schwedoff est très curieuse. Pour l'exposer et la faire apprécier, il me faut reprendre les choses d'un peu haut.

» On sait que l'ancienne Météorologie fait naître les trombes dans une couche d'air surchauffée au contact du sol et en état d'équilibre instable. Un accident quelconque vient-il à y déterminer une rupture en quelque point, aussitôt en ce point s'élève une colonne d'air; il s'établit à sa base une sorte de tirage, et l'air inférieur ainsi sollicité va alimenter cette colonne ascendante en affluant de tous côtés vers sa base pour s'élever ensuite indéfiniment dans l'atmosphère.

» Le Dr Vettin a entrepris, il y a quelques années, de réaliser expérimentalement cette conception ([3]). Son appareil est des plus simples. C'est un large cylindre en verre, sur le fond duquel on dépose une couche de

---

([1]) Voici cette phrase: «Les mouvements cycloniques qui viennent si souvent modifier le climat de nos contrées se formeraient *ainsi* tout d'une pièce vers l'équateur thermique et dans les régions moyennes de l'atmosphère. Ils n'auraient pas d'autre mouvement de translation que celui du contre-alizé boréal dans lequel ils se forment. »

Il faudrait supprimer, à mon gré, le mot imprimé par moi en italiques, car je n'accepte point l'idée du *cisaillement des alizés* de M. de Tromelin, et entendre par contre-alizé les courants supérieurs de déversement dont j'ai tracé l'itinéraire aux pages 503 et suivantes de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1875, et dernièrement encore dans les *Comptes rendus* du 28 février dernier. Il doit être entendu que dans cet itinéraire je fais abstraction de l'influence des grands continents. Il en faudrait tenir compte dans l'étude des typhons des mers de Chine par exemple, étude qui est loin d'être aussi complète que celle des cyclones de l'Atlantique sur l'hémisphère nord, ou de la mer des Indes sur l'hémisphère sud.

([2]) *Les mouvements cycloniques*, par M. Schwedoff, 1887. (Extrait de la *Revue scientifique*.)

([3]) *Voir* le *Lehrbuch der Meteorologie* du Dr Sprung, p. 242.

fumée de $0^m,01$ d'épaisseur. Puis, à l'aide de la flamme d'une bougie, on chauffe, un instant, un point de la base. Il se forme alors, dans la couche inférieure, une sorte de protubérance ou de bulle qui crève en laissant jaillir tout à coup une colonne ascendante de fumée. Celle-ci s'épanouit et présente en haut un bourrelet circulaire ([1]).

» Si l'on examine le dessin de ce bourrelet, on reconnaît aisément la couronne ou l'anneau tourbillonnaire que les fumeurs savent produire en expulsant la fumée de leur pipe par un coup sec des lèvres, ou que les chimistes obtiennent encore mieux en laissant monter et crever à la surface de l'eau des bulles d'hydrogène très phosphoré. Dans ces tourbillons, les girations s'exécutent autour de l'axe circulaire de cette espèce de tore. Ils sont évidemment dus à un mouvement brusque, presque explosif ([2]), et n'ont aucun moyen d'alimentation, en sorte que leur rôle dans la nature est aussi peu marqué que le travail dont ils sont capables. C'est pourquoi je n'en ai jamais parlé. Néanmoins ils ont été étudiés par les géomètres d'une manière bien plus complète que nos tourbillons à axe rectiligne vertical, et on leur a reconnu des propriétés singulières que l'expérience vérifie assez bien.

» Disons d'abord que, dans ces tourbillons, les spires sont toujours constituées par les mêmes particules du fluide, quelles que soient les variations de grandeur qu'elles puissent éprouver. On trouve que la vitesse linéaire de giration, en un point quelconque, et dans un plan normal à l'axe curviligne, est inversement proportionnelle à la distance au centre. Si le milieu est un fluide parfait, le tourbillon une fois formé est indestructible et parfaitement élastique. Ces propriétés ont suggéré à Sir W. Thomson son hypothèse célèbre des atomes-tourbillons, sur laquelle je n'ai pas à insister ici.

» Eh bien! les tourbillons à axe vertical, que M. Schwedoff propose ou impose aux météorologistes, sont de simples dérivés de ce tourbillon an-

---

([1]) Le Dr Vettin ne s'en est pas tenu là. Voyant qu'il n'obtenait ainsi aucune giration autour de l'axe de la colonne ascendante, il a eu l'idée d'imiter la rotation du sol (mouvement diurne de rotation de la Terre), à laquelle les météorologistes attribuent cette giration, en faisant tourner le fond de sa boîte cylindrique. Seulement, pour obtenir une giration sensible dans sa colonne ascendante, il lui a fallu imprimer à ce disque une rotation 80 000 ou 100 000 fois plus rapide que celle du sol.

([2]) Qui imprime à la masse gazeuse expulsée un mouvement plus rapide au centre que sur les bords, à cause de l'obstacle de ceux-ci, en créant ainsi une différence de vitesse qui se traduit immédiatement par un tourbillon annulaire.

nulaire. Imaginez qu'on ait coupé ce dernier en un point (bien qu'un pareil tourbillon soit déclaré insécable dans un fluide parfait), qu'on en ait rectifié et redressé l'axe circulaire et qu'on l'ait fermé à ses deux bouts : vous aurez le cyclone ou la trombe de M. Schwedoff. L'auteur étend sans démonstration, à ce tourbillon désormais rectiligne, les propriétés que les géomètres ont reconnues à leur tourbillon annulaire : il en conservera du moins quelque chose dans notre atmosphère, où les frottements ne sont pas négligeables, pourvu qu'il s'étende en bas jusqu'au sol et en haut jusqu'à la surface terminale de l'atmosphère.

» L'auteur poursuit hardiment ses déductions jusqu'au bout. Il y retrouve le mouvement de translation, l'inclinaison et la courbure du tuyau des trombes, et, comme un tel tourbillon vertical ne saurait être fermé qu'à la condition de s'appuyer en bas sur le sol, il en conclut que l'extrémité inférieure *doit* suivre toutes les pentes présentées par le terrain [ce qui est absolument contraire aux faits (1)].

» Je puis m'arrêter ici. M. Schwedoff, professeur de Physique à l'Université d'Odessa, est un savant distingué, écrivant parfaitement en français, très habile à mettre son argumentation en plein relief; mais il semble s'attacher de préférence aux conceptions les plus originales. Telle est celle qu'il a émise, il y a peu d'années, sur l'origine de la grêle. Suivant lui, la grêle aurait une origine cosmique : elle serait produite par des essaims d'aérolithes formés d'eau congelée avec un très petit noyau ferrugineux, vaguant dans l'espace et tombant sur la Terre au même titre que les météorites syssidères, pierreuses ou charbonneuses.

» Je croyais n'avoir pas à discuter sa théorie nouvelle des cyclones; non que cette tentative ne m'ait pas intéressé, mais parce qu'elle ne me paraissait pas devoir recueillir d'adhérents. Puisque la lettre de M. Rey de Morande m'a fait une sorte d'obligation de ne pas la passer sous silence, je constaterai, en terminant, que le savant auteur n'admet pas du tout que les trombes pompent l'eau de la mer. Ses paroles, à ce sujet, méritent d'être citées :

« On a tort de supposer que l'eau des mers est pompée par une trombe. L'effet d'une trombe sur la surface de l'eau est tout autre. Grâce à leur mobilité, les particules de l'eau, fouettées par les courants de l'air en giration, entrent elles-mêmes en giration au-dessous de la trombe. Il se produit alors une dépression conique à la surface de

(1) Voir, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1886, ma Notice *Sur les tornados des États-Unis*.

l'eau et un bourrelet circulaire tout autour de cette dépression. Ce bourrelet se forme de l'eau déplacée de la cavité de la dépression. Quant à la force d'aspiration développée dans ce cas, elle suffit à peine à soulever les particules du bourrelet et à en former cet appendice des trombes qu'on appelle *buisson* (¹). Notons aussi que la dépression au-dessous de la trombe est un effet de la giration de l'eau, et non pas la preuve d'un fort courant d'air descendant des nues (²). »

» La théorie nouvellement proposée par M. Colladon conduit à une forme des trombes assez semblable à celle de M. Schwedoff, et tout à fait identique à celle de M. H. Lasne. Pour M. Colladon, tout le phénomène est engendré par un disque rotatif placé quelque part, à quelques centaines ou quelques milliers de mètres au-dessus du sol. Sa rotation se propage également en dessus et en dessous : d'un côté elle peut aller à la limite de l'atmosphère, bien que M. Colladon ne le dise pas ; en bas elle peut aller jusqu'au sol. Mais, au rebours de la trombe de M. Schwedoff, celle de M. Colladon pompe l'eau de la mer ou le sable des déserts.

Opinion de M. H. Lasne (³).

» J'ai reçu, ces jours-ci, un article très soigné, dans lequel M. Lasne expose ses idées sur les trombes ou les tourbillons des cours d'eau; il y fait, au point de vue de ces mêmes idées, la critique de ma théorie. Voici ma réponse :

» Comme M. Colladon et plusieurs de ceux qui ont tenté des expériences à ce sujet, M. Lasne confond les mouvements giratoires de la nature avec les effets d'un ventilateur à force centrifuge animé d'une grande vitesse de rotation.

» Si les aubes de ce ventilateur placé horizontalement sont ouvertes sur le côté, l'air s'échappera à la circonférence en vertu de la force centrifuge développée par une *vive rotation* et il se fera vers le ventilateur un appel

(¹) Il y a ici une erreur de fait. Le *buisson* qui entoure à distance le pied d'une trombe marine n'a pas la moindre tendance à se rapprocher de la trombe et à se faire réabsorber par elle.

(²) Cette idée-là a été mise en avant par d'anciens observateurs (Spallanzani) pour expliquer le creusement qui se produit au pied de la trombe. Aujourd'hui, on sait très bien que cette dépression est due en très grande partie à l'action des girations descendantes.

(³) *Remarques théoriques sur les mouvements giratoires de l'atmosphère*, par M. H. Lasne. Extrait de l'*Annuaire de la Société météorologique de France*, t. XXXIV, novembre-décembre 1886.

d'air plus ou moins énergique. On rendra cet appel plus marqué en adaptant un tuyau à la partie centrale du ventilateur. Les récentes expériences de M. Weyher nous ont appris que, si l'on supprime le tuyau, une faible rotation, s'étalant sans limites définies, se propage dans l'air ambiant et se fait sentir dans la direction de l'axe, jusqu'à quelques mètres de distance.

» Mais ce qu'on obtient ainsi n'a aucun rapport avec nos trombes ou nos tourbillons des fleuves. Ceux-ci sont caractérisés par un mouvement *giratoire*, d'abord très lent à l'embouchure, mais s'accélérant vers l'axe. Ces girations se propagent *en descendant* dans le milieu relativement immobile, à des distances de plusieurs milliers de mètres, tandis que leurs spires, toujours nettement délimitées, se rétrécissent peu à peu et prennent une violence inouïe lorsqu'elles ont concentré sur un très petit espace toute la force vive emmagasinée en haut dans leur large embouchure.

» Pour avoir confondu deux phénomènes si différents, l'auteur est conduit à se faire, sur les tourbillons à axe vertical de nos cours d'eau, une idée toute différente de celle que nous devons aux ingénieurs hydrauliciens tels que Venturi, Belgrand, général Morin, etc., et, sur les trombes, une notion absolument opposée à la réalité, puisqu'il imagine que, dans l'embouchure, la giration est bien plus violente qu'au pied, que c'est à cause de cela que les trombes progressent l'orifice supérieur en avant, et qu'enfin là est la raison pour laquelle la pluie tombe vers l'avant de la trombe (¹).

» Que M. Lasne me permette de lui donner un conseil : c'est de lire à ce sujet la remarquable petite brochure de notre éminent Correspondant, M. Hirn, brochure dont le titre est loin de répondre à l'importance du contenu (²). Il y trouvera aussi une réponse anticipée à l'objection qu'il a faite à ma théorie de la grêle. On sait que M. Hirn n'est pas seulement un théoricien, mais aussi un météorologiste praticien de premier ordre.

» Cette multiplicité d'hypothèses montre l'intérêt croissant qui s'attache à ces grands phénomènes de la nature. Elle tient à ce que ce problème

---

(¹) C'est une erreur : elle tombe presque aussi souvent à l'arrière. La statistique des trombes ou tornados aux États-Unis montre que, pour 100 cas où la pluie a précédé la trombe, il n'y en a pas moins de 76 où la pluie est tombée, au contraire, après son passage. Bien plus, sur les si nombreux tornados de l'année 1884, non compris dans la statistique susdite, on trouve que, sur 145 cas où l'époque de la pluie a été mentionnée, la pluie est tombée dans 42 cas seulement avant le passage de la trombe et, dans 74 cas, après son passage. Cf. les *Professionnal Papers of the Signal Service*, nos VII et XVI.

(²) *Étude sur une classe particulière de tourbillons*, par G.-A. Hirn. Paris, Gauthier-Villars; 1878.

n'est pas de ceux qu'on puisse traiter par les méthodes actuelles de la Mécanique rationnelle, lesquelles mettraient bientôt tout le monde d'accord. Celles-ci s'appliquent bien aux tourbillons annulaires dans lesquels chaque branche élémentaire contient toujours les mêmes particules, et même aux tourbillons coniques à axe vertical dans lesquels les trajectoires circulaires des molécules resteraient en place; mais elles ne s'appliquent pas jusqu'ici au cas de girations ascendantes ou descendantes. Néanmoins, il ne faudrait pas, de cette impossibilité, conclure qu'il faille abandonner ce sujet de recherches. Il est d'autres voies pour parvenir à la vérité. La découverte des belles lois des tempêtes montre, à elle seule, ce que peut l'observation bien dirigée, en dehors de tout préjugé, de toute idée préconçue. Je dois ajouter, parce que telle est la vérité, que ce conflit persistant tient aussi à ce que les notions exactes et précises sur ces phénomènes sont fort peu répandues, même parmi les auteurs qui tentent de les expliquer. Une dernière cause vient compliquer ces débats : c'est la confusion qui se fait généralement dans les esprits entre les mouvements qu'on provoque artificiellement dans l'eau ou dans l'air par une simple rotation, et les tourbillons naturels, cyclones, tornados, trombes, qui n'ont, avec les premiers, qu'une analogie de premier coup d'œil. »

PHYSIOLOGIE. — *Figures en relief, représentant les attitudes successives d'un goéland pendant une révolution de ses ailes.* Note de M. MAREY.

« D'après les images photographiques recueillies sous différentes incidences [1], j'ai modelé une série de figures en relief qui permettent d'apprécier dans leur ensemble les déplacements de chacun des points du corps de l'oiseau à des instants successifs d'une révolution de ses ailes. Et, comme l'antique industrie de la fonte *à cire perdue* s'est conservée à Naples, j'ai fait couler en bronze cette série de maquettes que j'adresse à l'Académie.

» Les dix figures, disposées en série, montrent les attitudes successives que prend l'oiseau à des intervalles de temps de $\frac{1}{50}$ de seconde; la durée de chacune de ces attitudes serait celle de l'éclairement qui a donné les images photographiques, c'est-à-dire 0,0005 de seconde ou 0,0001 de seconde.

» Dans leur ensemble, ces figures forment un cycle complet embrassant une révolution entière des ailes, depuis le moment où, complètement

(1) Voir les Notes du 24 janvier et du 7 février 1887.

étendues et élevées à leur maximum (*fig.* 1), elles s'apprêtent à s'abaisser, jusqu'à celui où elles achèvent leur remontée (*fig.* 10) et vont s'étendre complètement. On pourra disposer circulairement ces images, de manière à obtenir la reproduction du mouvement dans les conditions du zootrope.

» L'intervalle qui sépare deux attitudes successives est huit fois plus grand que dans la réalité; sans cela les figures se seraient confondues entre elles, car l'oiseau ne parcourt pas en $\frac{1}{50}$ de seconde une longueur égale à celle de son corps. Mais, en augmentant les espaces parcourus par l'oiseau, on a conservé leurs valeurs relatives afin de rendre sensibles l'accroissement de la vitesse de l'oiseau pendant l'abaissement de ses ailes et son ralentissement pendant leur élévation.

» Si l'on tend un fil horizontalement au-dessus des corps des oiseaux, on voit que le dos s'élève quand les ailes s'abaissent, et réciproquement.

» L'aile qui s'abaisse se porte en avant; elle étreint pour ainsi dire l'air le long des flancs et sous le corps de l'oiseau. Pendant toute cette phase, l'aile est déployée, c'est-à-dire que les articulations du coude et du carpe sont ouvertes. A la septième image, la flexion du coude et celle du carpe se produisent solidairement; l'aile remonte fléchie et les rémiges pendent presque verticalement. Le déploiement de l'aile s'effectue à la dixième image, c'est-à-dire à la fin de la remontée.

» Il ne faut pas chercher dans ces figures une fidélité parfaite au point de vue anatomique [1], mais seulement la vérité des attitudes, la vitesse angulaire de l'aile, ses changements d'inclinaison, ses torsions sous l'influence de la résistance de l'air. Tous ces éléments seront indispensables pour calculer le travail que l'oiseau exécute en volant.

» Mais, avant d'aborder cette étude, je prépare d'autres documents rela-

---

(1) Les photographies qui m'ont servi de modèle étaient incomplètes sur certains points. Ainsi, les pattes étaient invisibles dans les *fig.* 4, 5 et 6 : je les ai placées arbitrairement dans des attitudes intermédiaires entre l'allongement en arrière et la position pendante, qui s'observent, l'une dans l'abaissement, l'autre dans l'élévation des ailes.

La queue n'était visible que dans les images de profil; on n'a pu représenter que ses alternatives d'élévation et d'abaissement, sans tenir compte des élargissements ou des resserrements qui existent à coup sûr.

Enfin le bec du goéland, par sa couleur peu photogénique, n'était pas distinct dans les images photographiques : je lui ai donné des dimensions exagérées, me proposant de le réduire ultérieurement avec la lime et de lui donner, d'après nature, sa forme véritable.

tifs à la cinématique du vol. J'achève d'après le pigeon une série d'images dont la comparaison avec celles du goéland montrera les différences notables que présentent les mouvements du vol suivant la forme et l'étendue des ailes. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Des vacuoles des cellules caliciformes, des mouvements de ces vacuoles et des phénomènes intimes de la sécrétion du mucus;* par M. L. **Ranvier**.

» J'ai attiré l'attention, il y a déjà quelques années ([1]), sur les cellules caliciformes ou glandes muqueuses unicellulaires comprises dans le revêtement épithélial de la membrane qui recouvre le sac lymphatique rétrolingual de la grenouille (*R. esculenta* ou *R. temporaria*). J'ai montré que les cellules caliciformes vivantes contiennent des vacuoles qui se déplacent, s'ouvrent les unes dans les autres, augmentent ou diminuent de volume, apparaissent ou disparaissent, et que ce mouvement vacuolaire est activé par l'excitation électrique.

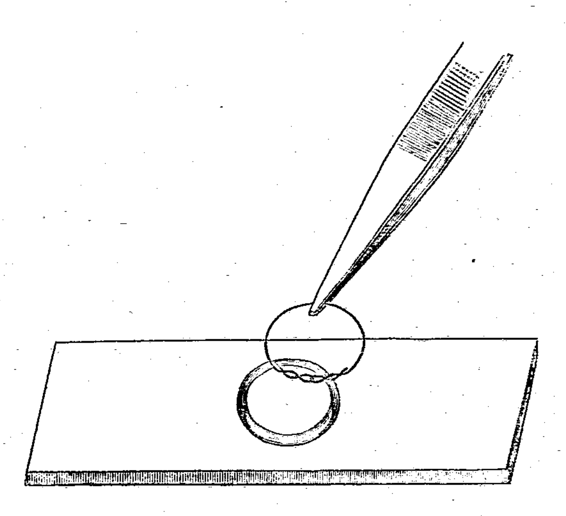
» Depuis lors, j'ai perfectionné les moyens d'observation de la muqueuse rétrolinguale; j'en ai rendu l'étude facile et régulière. Après avoir détaché la membrane, je l'étends sur le disque de la chambre humide, décrite dans mon *Traité technique d'Histologie*, de façon que sa face épithéliale soit dirigée en haut. Pendant cette opération, j'évite la dessiccation des tissus en les humectant avec de l'humeur aqueuse, du sérum du sang ou de l'eau salée à la dose physiologique, $\frac{7}{1000}$; puis je maintiens la membrane en extension au moyen d'un anneau de platine qui la fixe sur le disque de la chambre humide. Il faut que l'anneau, que l'on construit soi-même avec un fil de platine, ait un diamètre légèrement supérieur à celui du disque, puisque la membrane doit être prise entre le disque et l'anneau (voir la figure de la page suivante.) On recouvre d'une lamelle de verre que l'on fixe avec de la paraffine.

» Dans la préparation que l'on obtient ainsi, on peut observer, à l'état vivant et dans d'excellentes conditions, des cellules à cils vibratiles, des cellules sensorielles, des cellules glandulaires, des faisceaux musculaires striés, des fibres et des cellules nerveuses, etc.

([1]) *Leçons sur le système glandulaire* (*Journal de Micrographie*, 1883) et Notice, 1885.

» Si, après avoir examiné un de ces éléments en particulier, on enlève la lamelle de verre, la membrane reste en place, grâce à l'anneau de platine qui la maintient. On peut alors faire agir des réactifs et retrouver ensuite sans difficulté l'élément modifié par leur action.

» Les histologistes, surtout ceux qui s'occupent des propriétés physiologiques des tissus, comprendront l'importance de ce procédé.



» Je vais l'appliquer aujourd'hui à l'étude des cellules caliciformes. Ces cellules sont nombreuses dans la région postérieure de la muqueuse rétrolinguale; on en trouve encore dans sa région moyenne; elles manquent souvent dans sa région antérieure. Presque toutes contiennent des vacuoles. Je ne reviendrai pas sur le mouvement vacuolaire, puisque je l'ai déjà décrit ailleurs. Dans cette nouvelle Communication, je me propose seulement de répondre aux trois questions suivantes : 1° le mouvement vacuolaire est-il un mouvement vital? 2° quel est le siège exact des vacuoles dans la cellule caliciforme? 3° quel est le rôle de la vacuolisation dans la sécrétion du mucus?

» Autant que possible, je ne répondrai que par des expériences.

» 1° *Le mouvement vacuolaire est-il un mouvement vital?*

» Bien que la muqueuse rétrolinguale ait, dans la chambre humide où elle est renfermée, une provision d'air, la vie s'y ralentit d'abord, puis s'y éteint par asphyxie. La mort survient d'habitude au bout de vingt-quatre ou trente-six heures; lorsqu'elle est produite, le mouvement des vacuoles

est absolument arrêté. Il s'arrête également lorsque, la préparation étant placée dans ma platine chauffante, le thermomètre marque 43°C. La mort est alors produite par excès de chaleur.

» 2° *Quel est le siège exact des vacuoles dans les cellules caliciformes?*

» M. Lavdowsky [1] a montré le premier que le mucigène des cellules caliciformes et des autres cellules muqueuses est contenu dans les mailles d'un réticulum protoplasmique relié à la masse de protoplasma qui occupe le fond de ces cellules et entoure leur noyau. J'avais pensé que les vacuoles sont comprises dans les travées du réticulum ou dans la masse de protoplasma dont elles émanent. La migration des vacuoles dans l'intérieur de la cellule était bien favorable à cette hypothèse. Il était cependant nécessaire de l'appuyer sur l'observation directe. Cette observation paraissait impossible de prime abord, puisque dans les cellules caliciformes vivantes on ne voit rien du réticulum protoplasmique. Pour le rendre apparent et fixer en même temps le mucigène et les vacuoles, j'ai essayé de l'acide osmique en vapeur ou en solution. Or l'acide osmique, qui montre bien le réticulum, modifie le mucigène et diminue tellement sa réfringence qu'on ne le distingue plus du liquide vacuolaire.

» J'ai cherché longtemps le moyen de rendre apparents le réticulum protoplasmique, le mucigène et les vacuoles. Après avoir essayé sans succès toute une série de fixateurs et de matières colorantes, j'y suis arrivé par un procédé inattendu : la membrane rétrolinguale est disposée sur le disque de la chambre humide et fixée au moyen de l'anneau de platine; on y ajoute une goutte d'humeur aqueuse ou de sérum du sang, puis on dépose à sa surface deux ou trois languettes de papier d'étain, ou mieux encore quelques parcelles de fine limaille de ce métal. On expose alors la préparation aux vapeurs de l'acide osmique dans un espace clos et saturé de vapeur d'eau, pour éviter la dessiccation.

» Douze heures après, l'humeur aqueuse ou le sérum a pris une teinte brun très foncé. La substance colorée qui s'est formée ainsi est soluble dans l'eau et peut être facilement enlevée par un simple lavage. Examinant alors la préparation à un grossissement de 150 à 200 diamètres, on reconnaît qu'autour de chaque parcelle d'étain il y a une zone dans laquelle les cellules caliciformes sont colorées en brun et qu'au delà de cette zone elles

---

(1) Lavdowsky, *Zur feiner Anat. und Physiol. der Speicheldrüsen* (*Arch. für Mikr. Anat.*, t. XIII, p. 281; 1877).

sont incolores. Leur coloration est d'autant plus forte que l'on se rapproche davantage du fragment de métal.

» On ne peut conserver ces préparations ni dans l'eau, ni dans la glycérine. La coloration des cellules caliciformes s'y affaiblit peu à peu et finit par disparaître. Pour la maintenir, il faut, après avoir lavé rapidement la membrane, la traiter par l'alcool ordinaire, l'alcool absolu, l'essence de girofle et la monter dans la résine de Damar dissoute dans l'essence de térébenthine.

» Dans ces préparations, le mucigène seul est coloré en brun plus ou moins foncé; le noyau, le protoplasma et les vacuoles des cellules caliciformes sont incolores. On reconnaît sans peine que les vacuoles sont situées dans la masse de protoplasma qui occupe le fond des cellules ou dans les travées protoplasmiques qui en émanent. Elles peuvent occuper toutes les régions de la cellule caliciforme, depuis son fond jusqu'à son orifice.

» 3° *Quel est le rôle de la vacuolisation dans la sécrétion du mucus?*

» Lorsqu'on examine à l'état vivant les cellules caliciformes de la membrane rétrolinguale, on remarque que quelques-unes des vacuoles qu'elles contiennent disparaissent plus ou moins rapidement, sans arriver pourtant à la surface de la muqueuse. Il est probable que, se rompant dans l'intérieur même de la cellule, elles déversent, le long de ses travées protoplasmiques, le liquide qu'elles renfermaient et que ce liquide, baignant les masses de mucigène, en entraîne une partie. Se chargeant ainsi de mucine, il arrive à l'ouverture de la cellule, c'est-à-dire à la surface, transformé en mucus. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Quelques observations et réflexions au sujet du tremblement de terre du 23 février, à Antibes*. Note de M. **Ch. Naudin**.

« Je ne répéterai pas ce qui a déjà été dit surabondamment des trépidations et des oscillations du sol, qu'on a ressenties à Antibes comme ailleurs; mais ce que je n'ai encore vu relaté dans aucun des récits adressés à l'Académie, c'est qu'à Antibes, pendant les secousses du tremblement de terre, la mer a tout à coup baissé d'environ 1^m, laissant le fond à découvert sur une étendue plus ou moins grande, suivant la profondeur. Des navires qui étaient à flot dans le port ont touché terre pendant quelques instants, puis

la mer est remontée avec une certaine impétuosité à son niveau habituel. Ce fait ne semble pas pouvoir s'expliquer autrement que par un soulèvement momentané du sol.

» La villa Thuret, située sur une hauteur, à près de 2^{km} d'Antibes, a été fort ébranlée comme la ville elle-même. A ce moment-là, j'étais éveillé, quoique encore couché; ma surdité ne me laissant pas entendre les bruits souterrains et les grincements des murs et des boiseries, je n'ai été que très peu ému, si même je l'ai été, mais j'ai parfaitement senti les mouvements rapides de l'édifice, qui me faisaient éprouver une sensation désagréable, assez analogue à celle que l'on ressent lorsqu'on est soumis au courant d'une pile électrique.

» Il est assez naturel, lorsqu'un événement peu ordinaire se produit, qu'on s'occupe d'en chercher la cause, au moins immédiate, en le rattachant à un état de choses connu ou supposé probable. Dans le cas présent, il ne semble pas qu'il y ait lieu d'invoquer l'action volcanique, pas plus que des éboulements dans la profondeur du globe, car on ne comprendrait guère qu'il pût en résulter ces trépidations aussi pressées que les coups de baguette dans un roulement de tambour, et qui se sont fait sentir simultanément de Lyon à Ajaccio, de Marseille à Milan, et plus loin encore. Des gaz emprisonnés dans de vastes lacunes souterraines et ne trouvant d'issue nulle part n'expliqueraient pas mieux le phénomène. »

Notre Confrère se demande, tout en n'émettant cette hypothèse qu'avec une extrême réserve, si les tremblements de terre ne pourraient pas être attribués à la résistance, plus ou moins grande, que certaines parties de l'écorce solide de la Terre offriraient à l'électricité engendrée dans notre globe lui-même. Il fait remarquer que les contrées visitées par les tremblements de terre ont toujours été des contrées dépourvues de forêts, qui pourraient servir à l'écoulement de cette électricité. Il y trouve un nouvel argument à invoquer en faveur du reboisement, si nécessaire à d'autres points de vue.

CHIMIE. — *Sur la fluorescence rouge de l'alumine.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« J'ai récemment eu l'honneur d'annoncer à l'Académie (¹) que de l'alumine extraite du Al^2Cl^6 redistillé et fortement calcinée ne m'avait pas donné de fluorescence rouge, même au phosphoroscope. Comme il serait permis de supposer que cette alumine contenait une substance s'opposant à la production du rouge, j'ai fait les essais suivants :

» 1° La solution aqueuse du Al^2Cl^6 redistillé fut abandonnée pendant quelques jours dans un vase en verre de Bohême; on évapora et calcina fortement. L'alumine ainsi préparée ne devient pas rouge au vide et ne prend que faiblement cette teinte dans le phosphoroscope; la lumière est trop peu intense pour produire un spectre observable. On ne voit pas comment la substance nuisible au rouge aurait pu s'échapper : il me paraît plus vraisemblable d'admettre l'introduction d'une trace de matière active produisant ce rouge si faible.

» 2° De l'alumine (du Al^2Cl^6 redistillé), *déjà fortement calcinée* et ne donnant pas de rouge au phosphoroscope, fut arrosée d'eau contenant en Cr^2O^3 $\frac{1}{50000}$ du poids de l'alumine; on sécha et calcina fortement. Dans le phosphoroscope, la matière devient d'un rouge très beau et incomparablement plus intense que celui de l'alumine provenant du Al^2Cl^6 aqueux qui avait été laissé au contact du verre.

» 3° Enfin l'alumine, retirée par évaporation de la solution de Al^2Cl^6 contenue dans le vase de verre, fut additionnée de $\frac{1}{52000}$ de Cr^2O^3, séchée et fortement calcinée. Au vide, fluorescence rose-rouge avec bande et raie étroite rouges. Dans le phosphoroscope, beau rouge avec raie étroite bien développée.

» L'alumine (du Al^2Cl^6), inactive tant au vide que dans le phosphoroscope, ne contient donc point de substance capable d'éteindre la belle fluorescence rouge des alumines ordinaires.

» Dans la pensée que des traces de chrome causaient la fluorescence rouge de l'alumine extraite de l'alun ammoniacal, j'ai fait recristalliser plusieurs fois ce sel dans une liqueur légèrement acidulée par SH^2O^4,

---

(¹) *Comptes rendus*, 28 février 1887, p. 555.

en ayant soin de faire bouillir avant chaque cristallisation afin de transformer la majeure partie de l'alun de chrome en sa modification verte amorphe. Je me suis arrêté à la septième cristallisation, et, comme la première eau mère a été trois fois concentrée et séparée des cristaux formés, le nombre des produits s'est élevé à dix. J'ai employé des vases de porcelaine, et les opérations ont été faites dans une pièce séparée du laboratoire.

» Les septièmes et derniers cristaux, directement séchés et fortement calcinés, fournissent une alumine qui ne donne pas de rouge au vide, mais fluoresce en un violet d'intensité modérée passant au bleu indigo par affaiblissement considérable du courant électrique (¹).

» Avec un fort courant, les parties centrales se teintent en vert pâle. Dans le phosphoroscope, on voit un verdâtre très faible, avec légère tendance au rouge sur quelques points.

» L'alumine des cinquièmes cristaux n'est déjà plus rouge au vide; elle y prend une coloration vert clair assez marquée, qui passe à un violet moins lumineux par affaiblissement du courant électrique. Ici, le vert est beaucoup plus intense qu'avec l'alumine des septièmes cristaux.

» La troisième et dernière eau mère, étant directement évaporée et le résidu fortement calciné, fournit une alumine dont la fluorescence au vide est d'un rouge magnifique; la bande et la raie étroite sont très marquées. Soumise à l'action de la bobine à court fil de M. Demarçay, cette troisième eau mère montre le spectre du chrome assez peu intense, quoique très net.

» Les avant-derniers cristaux retirés des eaux mères donnent une alumine qui émet dans le vide une fluorescence rouge moins vive que celle de l'alumine de l'eau mère finale.

» Une solution des septièmes cristaux fut précipitée par AzH^3; on lava, sécha et calcina fortement. L'alumine, agglomérée et très dure, ainsi obtenue, se trouve sous la forme la plus favorable à la production du rouge; on en voit cependant pas trace de cette fluorescence au vide : il ne s'y forme qu'un mélange de verdâtre peu lumineux et de violet plus faible encore (²).

(¹) Les alumines extraites du Al^2Cl^6 deviennent violettes par affaiblissement du courant; en même temps, les grains verdâtres disparaissent.

(²) L'alumine du Al^2Cl^6 redistillé, précipitée par AzH^3, séchée et calcinée, donne également peu de violet.

» On ajouta aux septièmes cristaux une quantité de Cr^2O^3 représentant $\frac{1}{53750}$ du poids de l'alumine y contenue ; on sécha et calcina fortement. Au vide, jolie fluorescence rose-rouge, avec bande et raie étroite bien marquées. Après affaiblissement du courant électrique, il reste un violacé mêlé de rose; dans le phosphoroscope, beau rouge.

» L'alumine de l'alun sept fois recristallisé ne renferme donc rien qui s'oppose à la production du rouge, et cependant elle ne donne pas cette fluorescence, même après avoir été préparée par très forte calcination de son hydrate gélatineux. On a vu plus haut que l'expérience conduit à la même conclusion en ce qui concerne l'alumine extraite du Al^2Cl^6 redistillé; aussi ne puis-je m'empêcher de considérer comme établi que la belle fluorescence rouge, si admirablement étudiée autrefois au point de vue physique par M. Becquerel, est due à la présence de traces de chrome dans l'alumine ordinaire et n'appartient pas à cette terre pure. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — MM. Richet, Gosselin, Charcot, Brown-Séquard, Marey, Larrey (baron), Ranvier, Sappey et Vulpian réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et de Quatrefages.

Prix Godard. — MM. Richet, Gosselin, Charcot, Brown-Séquard et Sappey réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Vulpian.

Prix Serres. — MM. de Quatrefages, Ranvier, Sappey, Brown-Séquard et A. Milne-Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Blanchard et de Lacaze-Duthiers.

Prix Chaussier. — MM. Charcot, Brown-Séquard, Richet, Gosselin et Larrey (baron) obtiennent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Vulpian et Sappey.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Expériences sur les mouvements rythmiques du cœur.* Note de MM. **Germain Sée** et **E. Gley**.

« Deux opinions principales ont été émises sur les causes des contractions rythmiques du cœur; ou bien, comme M. Brown-Séquard, dès l'année 1853, et plus tard MM. Ranvier, Marey, Bowditch, on a soutenu que les mouvements du cœur ont lieu avec toute la régularité de leur rythme, sans que le système nerveux intervienne pour leur production; ou bien on a soumis les contractions cardiaques à l'influence du système nerveux, et surtout des ganglions nerveux qui sont disséminés dans les parois mêmes du muscle cardiaque; mais la plupart des physiologistes considèrent aujourd'hui ces ganglions non plus comme des organes producteurs du mouvement rythmique, mais comme des organes d'entretien et de régulation pour cette fonction rythmique, attribuée en propre à la fibre musculaire. Voici maintenant un travail de MM. Kronecker et Schmey [1] qui a passé inaperçu, malgré trois ans de date, et qui pose la question à un autre point de vue. Ces deux physiologistes ont en effet cherché à montrer qu'il existe à la limite inférieure du tiers supérieur du sillon interventriculaire antérieur, dans le cœur du chien, un point d'entre-croisement des voies d'innervation, dont ils font un centre de coordination pour les mouvements des ventricules.

» La question nous a paru assez importante pour mériter de nouvelles recherches, aussi précises que possible.

» Nos expériences, au nombre de trente, dont les premières remontent au mois de juillet 1886, ont été faites sur le chien, profondément curarisé ou bien chloralisé et curarisé, les deux nerfs vago-sympathiques ayant été ou non sectionnés, et la respiration artificielle étant convenablement établie. La poitrine de l'animal était ouverte et le péricarde fendu de bas en haut. Dans ces conditions, si l'on enfonce une aiguille au point indiqué par les deux physiologistes allemands, on constate qu'il se produit *immédiatement* des contractions très intenses des ventricules, mais tout à fait

---

[1] *Das Coordinationscentrum der Herzkammerbewegungen* (Académie des Sciences de Vienne, 1884).

irrégulières, désordonnées, comme ataxiques, qui s'affaiblissent très vite, en se transformant en oscillations ou trémulations fibrillaires; celles-ci cessent bientôt, en même temps que les ventricules se dilatent et que les oreillettes continuent à battre rythmiquement. Dès que les trémulations ventriculaires ont commencé, le pouls artériel disparaît, la pression du sang dans les artères tombe à zéro, et désormais on ne peut plus par aucun moyen rétablir la fonction rythmique des ventricules. L'expérience réalisée de cette manière n'a cependant réussi qu'un très petit nombre de fois (3 fois sur 14) : ce qui prouve sans doute que le centre nerveux dont il s'agit est mal déterminé anatomiquement et très limité.

» Étant donnée cette difficulté d'obtenir par l'excitation mécanique un résultat constant, nous avons eu recours aux excitations électriques. Ce n'est pas que l'action des courants de pile et des courants induits sur les mouvements des ventricules n'ait déjà été bien établie par MM. Panum, Ludwig et Hoffa, Einbrodt, Wooldridge, Tigerstedt, et surtout par M. Vulpian (1874). Mais il s'agissait d'étudier l'action électrique sur le point du cœur que nous considérons. Or, nous avons vu que la faradisation de ce point, avec un courant de moyenne intensité, détermine les trémulations ventriculaires si caractéristiques, que les nerfs pneumogastriques ou modérateurs du cœur aient été ou non sectionnés ou bien paralysés ou non par l'atropine. Si l'intensité de l'excitation varie, les résultats ne sont plus les mêmes. En effet, nous avons constaté que, si l'on diminue la fréquence des chocs d'induction (jusqu'à 9 ou 10 par seconde), l'intensité du courant restant la même, ou bien si, inversement, on diminue l'intensité du courant, sans faire varier la fréquence des excitations, on détermine une très grande accélération des contractions cardiaques, qui cesse en général immédiatement dès qu'on interrompt la faradisation. Si alors, les électrodes étant replacées au même point, on augmente soit la fréquence des excitations, soit la force du courant, on voit se produire les trémulations des ventricules.

» Ce n'est pas seulement à la suite de l'électrisation du tiers supérieur de la cloison ventriculaire que nous avons observé ces phénomènes : c'est aussi par l'excitation, dans les mêmes conditions, du tiers moyen et du tiers supérieur, et même des parois des ventricules. Faut-il attribuer ces effets à la diffusion du courant jusqu'au point nerveux dont nous avons parlé, qui serait ainsi une sorte de *nœud vital* du cœur? Pour diverses raisons expérimentales, cette manière de voir ne nous paraît pas admissible.

» Les résultats acquis ne nous autorisent même pas à considérer comme

démontrée l'existence d'un centre coordinateur des mouvements du cœur. Qu'il y ait, au point de la cloison ventriculaire que nous avons indiqué, une sorte de nœud vital du cœur, en ce sens que, une fois ce point lésé, les ventricules, animés seulement de tremblements violents, perdent très vite leur puissance fonctionnelle, cela n'est pas douteux; il est clair, étant donné l'effet singulier d'une simple piqûre en cet endroit, qu'il se trouve en ce point un groupe de cellules nerveuses. Mais ce que nous croyons être encore incertain, c'est la nature fonctionnelle de ce centre. Il est possible, en effet, qu'une excitation mécanique ou électrique en ce point, en déterminant des contractions extrêmement rapprochées et désordonnées, épuise très vite et complètement l'irritabilité du muscle lui-même, de telle façon que ce muscle ne soit plus capable de recouvrer sa fonction? Ce qui semblerait indiquer que ce phénomène se ramène peut-être à une action accélératrice, c'est-à-dire tonique, exagérée, c'est la production, dans certaines conditions, d'une accélération des battements cardiaques, qui aboutit, plusieurs tracés nous l'ont démontré, aux trémulations décrites, pour peu que l'on augmente l'intensité du courant. Qu'on remarque, d'ailleurs, que ces contractions ondulatoires semblent constituer la seule forme de tétanos que puissent prendre les muscles à mouvements rythmiques. Nous sommes donc en droit de nous demander si les oscillations ventriculaires ne dépendent pas d'un trouble apporté à la fois dans les éléments nerveux et dans les éléments musculaires du cœur. Des expériences en voie d'exécution nous permettront peut-être de trancher la question.

» Au point de vue médical, ces recherches ne laissent pas de présenter un réel intérêt. L'observation clinique et l'anatomie pathologique, en effet, avaient montré à l'un de nous que la maladie appelée *angine de poitrine* est due à une oblitération des artères nourricières du cœur ou artères coronaires. Or, par l'injection de poudre inerte dans ces artères ou par la ligature de l'une d'elles [1], on produit des trémulations identiques à celles que nous venons d'étudier. Il est donc permis de supposer que, si, par suite de l'oblitération d'une artère coronaire, il y a irritation des amas de cellules nerveuses placées dans la cloison interventriculaire, les contractions des ventricules déjà troublées peuvent se transformer en ces oscillations désordonnées, pour ainsi dire folles, devenant rapidement mortelles. Il nous

(1) G. Sée, Bochefontaine et Roussy, *Arrêt rapide des contractions rythmiques des ventricules cardiaques sous l'influence de l'occlusion des artères coronaires* (*Comptes rendus*, 10 janvier 1881).

semble, en tout cas, que le mécanisme de l'angine de poitrine peut être singulièrement éclairé par la connaissance exacte de tous ces faits relatifs au nœud vital du cœur. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Documents sur les tremblements de terre de Nice.* Extrait d'une Lettre de M. **B. Nièpce** à M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission.)

« Dans les documents relatifs au tremblement de terre du 23 février dernier, on lit : « A Nice, une source d'eau chaude s'est fait jour dans le » Paillon. Les eaux qui alimentent la ville sont devenues et restées » boueuses pendant six jours et, en même temps, elles contenaient beau» coup de gaz acide carbonique ».

» L'auteur donne ensuite une indication de tremblements de terre antérieurs, notamment sur celui du 14 mars 1564.

Roches éruptives de l'époque tertiaire, entre Antibes et Menton.

» Si l'on suit la côte depuis Antibes jusqu'à Menton, on trouve partout les restes d'éruptions volcaniques. Ainsi, à Antibes, au centre de la presqu'île, le phare est construit sur des dykes trachytiques qui ont redressé verticalement les calcaires jurassiques du fort carré de cette ville; à 4^{km} de là, les territoires des communes de Biot, de Villeneuve, de Tourète sont entièrement formés par les trois étages de l'époque tertiaire, recouverts par le terrain quaternaire. Tous ces terrains sont traversés en un grand nombre de points par les roches trachytiques qui, en certains endroits, comme à Biot, ont acquis un grand développement. A Villeneuve, comme à Biot, le dépôt de la molasse miocène a été traversé par les roches volcaniques; au contact des roches trachytiques avec la molasse, on trouve des roches poreuses, vitrifiées, boursouflées et noirâtres. Ces trachytes appartiennent à deux époques différentes, comme ceux d'Auvergne et de l'Ardèche, l'une postérieure au dépôt très puissant de la molasse miocène et l'autre de l'époque diluvienne, puisqu'à la Gaude toute l'épaisseur du diluvium du Var est traversée par les trachytes; à Biot, à Villeneuve, le terrain tertiaire est recouvert par les roches trachytiques qui se sont épanchées sur ses strates, preuve évidente que ces roches sont postérieures au terrain tertiaire. Près de Biot, les roches volcaniques sont accompagnées de gîtes de manganèse que l'on exploite.

» Plus près de Nice, entre cette ville et celles de Monaco et de Menton, au fond de la rade de Villefranche, à Beaulieu, une autre éruption de trachytes s'est fait jour à travers les poudingues pliocènes. Cette éruption paraît avoir produit le redressement des couches faluniennes de Beaulieu. A 5^{km} plus loin, on trouve le cap d'Aglia, dont le grand diamètre est de 1800^{m}; il est constitué par des roches volcaniques qui s'éten-

dent sous la mer. Les roches noires, poreuses, présentent tous les caractères de la lave remplie de pyroxène, ainsi que des filons de quartz opale, passant à l'hyalite et à la résinite. Un peu plus loin, dans la baie de Mala, la route trachytique ressemble à celle de Biot. Elle offre un aspect sableux, grenu, à cristallisation imparfaite, renfermant de nombreux blocs de trachyte compact, formé avec des cristaux d'amphibole. Pendant la construction du chemin de fer de Nice à Monaco, dont le niveau s'élève à 33^m au-dessus de la mer, et lors du percement de la route qui domine la mer de 155^m, on a traversé des filons de trachytes, des filons d'argile volcanique imprégnée de quartz opalin. Ces filons sont perpendiculaires à la stratification des roches jurassiques composant l'escarpement de la Tête-de-Chien, qu'ils ont traversé. Depuis le cap d'Aglia jusqu'à Monaco, l'éruption a traversé des couches analogues à celles de la Sicile, près de Vizzini. Ces faluns forment, comme ceux de Girgenti, de Palerme, de puissantes couches de calcaire, de sable et de marne renfermant un grand nombre de coquilles fossiles, dont les espèces, pour un certain nombre, sont analogues à celles qui vivent actuellement dans la Méditerranée. Ces couches renferment, sous le rocher de Monaco, de magnifiques spécimens de *Caryophylla cœspitosa* et le grand *Pecten jacobeus*.

» Ainsi, la région de la Corniche, depuis Antibes, Nice, jusqu'à Menton, est traversée d'éruptions volcaniques qui paraissent avoir relevé le sol de la presqu'île de Monaco, celles de Saint-Jean, de Saint-Hospice et peut-être soulevé le mont Agèle (1152^m) et la Tête-de-Chien (542^m).

» La présence de ces roches volcaniques que nous venons de décrire peut expliquer pourquoi cette région a subi et éprouvé encore de fréquents et de violents tremblements de terre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février à la Spezia.* Extrait d'une Lettre de M. F. Tamburini à M. le Ministre des Affaires étrangères.

(Renvoi à la Commission.)

« La Spezia, le 25 février 1887.

» Une violente secousse de tremblement de terre a été ressentie, le 23 du courant, à 6^{h}30^m du matin, dans tout l'arrondissement de la Spezia.

» Cette secousse, qui a duré environ quarante secondes, a produit un mouvement ondulatoire du sud-sud-ouest au nord-nord-est. Vers 8^{h}30^m une seconde secousse, beaucoup plus faible que la première, s'est encore produite pendant deux ou trois secondes.

» Dans la nuit du 23 au 24, on a senti vers 2^h une légère secousse verticale; bon nombre d'habitants ont passé la nuit dehors à la suite de ce dernier phénomène.

» Il n'y a eu aucun dommage à signaler dans la ville. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février, en Ligurie.* Extrait d'une Lettre de M. A. de Vaux à M. le Ministre des Affaires étrangères.

(Renvoi à la Commission.)

« Gênes, le 25 février 1887.

» Une secousse de tremblement de terre très prolongée s'est produite, avant-hier matin, à $6^h 25^m$ à Gênes, suivie presque aussitôt de plusieurs autres moins violentes, mais sans occasionner de grands dommages; on n'a eu à déplorer aucun accident de personnes.

» Toutefois, la population, fortement impressionnée, a commencé à quitter la ville pour les environs et la haute Italie, et un très grand nombre de familles ont passé les deux dernières nuits sur les places et les endroits découverts.

» La Rivière du Levant, bien qu'ayant ressenti les secousses, n'a eu à constater que des dégâts sans importance.

» La Rivière du Couchant, au contraire, et surtout la région située entre Savone et Vintimille, se sont vues très sérieusement atteintes.

» Dans la plupart des localités, beaucoup de maisons se sont écroulées et de nombreuses personnes ont été tuées ou blessées par leur chute. Partout, les habitants ont abandonné leurs demeures et campent au dehors.

» Sur le littoral, jusqu'à Savone, les dommages se sont bornés à des pertes matérielles; mais, dans cette ville, on a compté 9 morts et 15 blessés. Le Préfet de Gênes s'y est aussitôt rendu; le Major des carabiniers, le Questeur de Gênes et l'Inspecteur général des chemins de fer de la Méditerranée l'y ont accompagné.

» Au delà de Savone, les points les plus éprouvés sont Noli, Alassio, Andora, Oneglia, où l'on signale 31 morts et 55 blessés, Taggia et surtout Diano Marina, qui a été presque entièrement détruite et où l'on évalue à plus de 250 le nombre des personnes restées ensevelies sous les décombres.

» On affirme que l'église de Bajardo, près de San Remo, s'est effondrée au moment où plus de 300 habitants s'y trouvaient réunis. Il y aurait eu 30 morts à Bussano, 50 à Diano Castello, 30 à Castellaro, 5 à Pompeiani. Bien que les nouvelles arrivées de ces diverses localités de la Ligurie n'aient pas encore été toutes entièrement confirmées et ne permettent pas, dès lors, de connaître exactement, jusqu'ici, le nombre des victimes de la catastrophe, on ne saurait malheureusement douter que le chiffre n'en soit très élevé.

» M. le Vice-Consul de France à Vintimille m'écrit que, dans cette ville, presque toutes les maisons ont été ébranlées ou lézardées et ont dû être momentanément abandonnées. Aucune personne n'y a été atteinte.

» Les syndics de plusieurs communes très éprouvées par le désastre ont demandé à la municipalité de Gênes des secours en vivres, qui leur ont été aussitôt expédiés et continuent à leur être fournis; ils en ont également reçu du matériel de campement et des objets de pansement. La Préfecture de Gênes a distribué des secours en argent.

» M. Genala, Ministre des Travaux publics, a traversé Gênes ce matin, se rendant sur les lieux où les ravages ont été le plus considérables; 200 terrassiers, employés à la construction de la ligne des Giovi, sont partis par le même train, afin d'aller aider au déblaiement des ruines, d'en retirer les cadavres et de chercher à sauver les personnes vivantes qui pourraient s'y trouver encore enfouies. Des détachements de troupes, ainsi que des escouades d'ouvriers, avaient déjà été envoyés dans ce but, et une compagnie du Génie, venue de Plaisance dès hier, procède, à Diano Marina, à ces travaux, auxquels assistent les généraux de Sonnaz et Testafochi.

» Les députés Berio, Boselli et de Mari, ainsi que plusieurs ingénieurs, se trouvent également dans la province de Port-Maurice et visitent les localités qui ont le plus souffert.

» Des souscriptions sont ouvertes, à Gênes, par les soins de la municipalité et dans les journaux, au profit des victimes; le Ministère de l'Intérieur a adressé, à chacun des Préfets de Gênes et de Port-Maurice, une somme de 15000fr destinée à être répartie entre elles à titre de premier secours.

» Les communications télégraphiques entre Nice et Gênes, qui avaient été un moment interrompues, ont été rapidement rétablies. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblements de terre et grisou.* Note de M. **F.-A. Forel.**

(Renvoi à la Commission.)

« Il y a quelques années, M. B. de Chancourtois, à son retour d'un voyage d'études sismologiques en Italie et en Suisse, m'entretint de rapports possibles entre les secousses de tremblement de terre et certaines explosions de grisou. La catastrophe récente du puits Chatelus, à Saint-Étienne, peu de jours après le grand tremblement de la Ligurie, dont les oscillations se sont propagées bien au delà de Saint-Étienne, me rappelle cet entretien. Voici comment je traduirai les relations que M. de Chancourtois soupçonnait :

» Laissons de côté les tremblements de terre volcaniques, sur lesquels je n'ai pas d'expérience. Un tremblement de terre orogénique est un phénomène compliqué; il comprend :

» 1° Des *secousses préparatoires,* dont l'existence est incontestable dans nombre de cas, mais dont la signification est encore très obscure;

» 2° La *grande secousse,* secousse principale, due à une rupture du sol, à une fracture ou à un plissement des couches terrestres, à un glissement des deux lèvres d'une faille l'une contre l'autre, ou à toute autre cause de cet ordre. Le coup initial se propage *centrifugalement* par des ondes oscillatoires, dont l'intensité va en décroissant jusqu'aux limites extrêmes de l'aire sismique

» 3° Des *secousses consécutives,* qui ébranlent tout ou partie de l'aire sismique pendant des heures, des jours, des semaines ou des mois après la grande secousse primitive. Ces secousses consécutives se divisent en deux types :

» *a.* Les *secousses consécutives centrales,* dont l'origine est dans le point primitivement ébranlé. C'est, ou la continuation du mouvement qui a donné naissance à la grande secousse, ou un phénomène de tassement des couches disjointes lors du mouvement principal. Ces secousses consécutives centrales vont, en général, en décroissant d'intensité.

» *b.* Les *secousses consécutives sporadiques :* l'expérience nous apprend que le territoire dans lequel l'ébranlement du tremblement de terre s'est propagé d'une manière sensible, ce que l'on appelle l'*aire sismique,* est, pendant longtemps encore, le siège de petites secousses locales, en général peu importantes, mais souvent parfaitement caractérisées. Il semble que les oscillations de la grande secousse aient déterminé, dans les couches du sol, un état instable qui se traduit par des tassements consécutifs, par de petits tremblements de terre locaux, sans relations immédiates avec le centre primitif de la grande secousse, et qui ne sont en relation avec le phénomène initial que par leur développement successif dans un temps rapproché. Il semble qu'un grand tremblement de terre amène, dans toute l'aire sismique, une tendance à l'apparition de petits tremblements locaux.

» J'en citerai un exemple :

» TREMBLEMENT DE TERRE DU 30 DÉCEMBRE 1879 (HAUTE-SAVOIE). — *Secousses préparatoires.* — 29 décembre, $23^h 20^m$ (temps moyen de Berne), Genève. — 30 décembre, $0^h 15^m$, Genève. — $3^h 30^m$, Rolle, Genève. — 6^h, Martigny. — 11^h, Rossinières.

» *Grande secousse.* — 30 décembre, $12^h 27^m$. — *Centre sismique,* Haute-Savoie, entre les vallées de la Drause et de l'Arve. *Aire sismique,* 300^{km} de grand diamètre, polygone limité par Lyon, Salins, Le Locle, Soleuve, Lucerne, Alpnach, Sion, le grand Saint-Bernard, Chamonix, Annecy, Chambéry, Lyon. *Intensité* n° VIII de l'échelle de Rossi-Forel.

» *Secousses consécutives centrales,* avec le même centre sismique. — 30 décembre, $20^h 10^m$. — *Aire sismique,* 150^{km} de diamètre, polygone limité par Cluse, Tanninges, Lausanne, Thonne, Interlaken, Sion, Chamonix, Saint Gervais. *Intensité* n° V.

» 31 décembre $1^h 30^m$. *Aire sismique,* 30^{km} de diamètre, limitée par Sixt, Cluses, Tanninges, Montrioud. *Intensité* n° IV.

Secousses consécutives sporadiques.

	h m	
30 décembre.........	13.20	Genève, Sion, Thonne.
»	14.15	Sixt.
»	18.30	Berne, Thonne.
»	20.24	Montrioud.
31 décembre.........	0.32	Samoëns.

» Dans le tremblement de terre du 27 janvier 1881, dont le centre a été à Berne, il n'y a pas eu moins de 20 secousses consécutives, réparties sur une durée de seize jours.

» Dans celui de la Suisse nord-orientale, du 16 novembre 1881, le nombre des secousses consécutives a été de seize en onze jours.

» Quant au tremblemenf de terre de la Ligurie, du 23 février 1887, le nombre des

secousses consécutives dans le centre d'ébranlement est considérable et leur catalogue exact n'est pas encore terminé. Pour les secousses consécutives sporadiques, j'ai reçu avis des secousses suivantes en Suisse (temps moyen de Berne) :

24 février	$3^{h}.7^{m}$	Aubonne.
25 »	2. 2	Lausanne.
2 mars	23.56	Clarens.
7 »	12.25	Chaux-de-Fonds.
7 »	20.45	Silz, etc., Engadine.
11 »	1.20	Tour et Peilz (Vevey).
15 »	23.45	Yverdon.
16 »	3.15	Yverdon.
16 »	5.15	Yverdon, etc.

» Si l'interprétation que j'ai donnée plus haut de ces faits est exacte et s'il y a réellement une tendance au développement de petites secousses locales, dans l'aire sismique d'un grand tremblement de terre; si, d'une autre part, l'idée de M. de Chancourtois est juste et si de petites secousses du sol peuvent déterminer l'ouverture de poches de grisou, ces considérations se formuleraient par le conseil suivant, adressé aux mineurs :

» Redoublez de précautions contre le grisou, dans les jours qui suivent un grand tremblement de terre dont l'aire sismique s'est étendue jusqu'au territoire de votre mine. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la cause possible des tremblements de terre de* 1755, 1884 *et* 1887. Note de M. **A. Blavier.**

(Renvoi à la Commission.)

« Les secousses violentes qui, en dehors de la zone des volcans, ont, d'une façon intermittente, en 1755, 1884 et 1887, ébranlé l'écorce terrestre de la région méditerranéenne, ont été attribuées assez généralement à des explosions produites par le brusque contact d'une certaine quantité d'eau de la mer avec le noyau central en fusion. Ce contact résulte forcément d'une dislocation accidentelle, plus ou moins importante, de la mince écorce terrestre, se reproduisant à de longs intervalles, sous l'influence d'une cause que je me propose de rechercher dans cette Note.

» Depuis l'hiver exceptionnel de 1879-1880, la région située au nord de l'Atlantique, comprenant le Groenland, la baie de Baffin et le détroit de Davis, s'est couverte d'un manteau de glace dont l'épaisseur s'accroît chaque année. J'ai signalé, dans deux Notes, l'une publiée en 1879, l'autre communiquée à l'Académie le 20 mars 1882, la formation de ce glacier polaire, auquel j'attribuais la suppression du grand courant superficiel d'eau froide qui rejette sur nos côtes océaniennes la branche dérivée du Gulf-Stream, connue sous le nom de *Rennel,* et par suite la disparition de ce Rennel depuis 1880. De là, une modification profonde dans le régime climatologique de la

France occidentale et dans la migration des bancs de sardines qui, au sortir de la Méditerranée, leur point de départ, ont cessé de remonter régulièrement le long de nos côtes océaniennes, parce qu'elles n'y trouvent plus la nourriture que le Gulf-Stream leur apportait des bancs de Terre-Neuve. J'ajoute que l'existence de ces glaces exceptionnelles est signalée dans les Rapports annuels sur le résultat des pêches maritimes (*Officiel* des 14 janvier 1882 et 12 novembre 1885).

» Une pareille accumulation de glaces au nord de l'Atlantique tend à détruire les conditions normales d'équilibre de la petite portion de l'écorce terrestre limitée par les méridiens de New-York et de Paris, et peut avoir pour effet, à un moment donné, de provoquer un léger fléchissement du sol sous-marin, avec fracture locale possible, s'il existe une ligne de moindre résistance convenablement orientée et à faible distance. Or il suffit de jeter un coup d'œil sur un globe terrestre, pour reconnaître qu'une pareille ligne de moindre résistance est nettement accusée vers le 40e degré de latitude nord, dans la partie du parallèle qui traverse l'océan Atlantique, de Philadelphie à Lisbonne, et la Méditerranée sur toute sa longueur. C'est donc aux environs de ce parallèle que, sous l'influence de la cause indiquée, devaient se produire les fractures locales de l'écorce terrestre, par lesquelles l'eau de la mer, s'introduisant brusquement jusqu'au noyau central en ignition, a provoqué les explosions, causes immédiates des mouvements sismiques de 1884 et 1887.

» J'ai constaté, sur des documents authentiques, que, pendant les années qui ont précédé le tremblement de terre de 1755, le dernier mouvement important de l'écorce de notre région, les bancs de sardines avaient, comme à l'époque actuelle, abandonné nos côtes océaniennes. Or, le fait ne peut être expliqué que par la disparition du Gulf-Stream le long de notre littoral, et cette disparition elle-même doit être attribuée à l'existence d'un glacier polaire accidentel, analogue à celui dont l'existence actuelle forme la base de ma théorie.

» J'ajoute que, si cette théorie était exacte, de nouveaux mouvements sismiques pourraient être à redouter le long de la zone menacée que j'ai définie, jusqu'au jour de la débâcle du glacier polaire dont j'annonce la formation, et cette débâcle serait immédiatement accusée sur nos côtes par une modification des courants aériens dominants et par le retour régulier des bancs de sardines.

» Il me paraîtrait donc intéressant que les commandants de la station de pêche d'Islande fussent invités à vérifier exactement l'état des lieux au Groenland et dans les mers voisines, au point de vue du développement des glaciers et des banquises. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points controversés de l'histoire du Phylloxera.* Note de M. **A.-L. Donnadieu.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Tout le monde sait que, non seulement parmi les Phylloxeras et les Pucerons, mais encore dans toute la classe des Insectes, on rencontre accidentellement des colonies ou des individus isolés qui résistent aux froids

les plus rigoureux de l'hiver et qui s'abritent exceptionnellement, chacun selon leurs aptitudes. Mais, dans les observations qui ont fait l'objet de ma précédente Note, je vois tout autre chose que l'un de ces faits accidentels. Ce n'est pas, en effet, une colonie isolée de *Phylloxera quercus* que j'ai étudiée, c'est un grand nombre de colonies; je les ai trouvés sur un grand nombre de rameaux et sur plusieurs chênes. Je me propose de faire connaître bientôt les faits dans tous leurs détails, et je tiens à déclarer que, en attendant la publication à laquelle je travaille, je ne répondrai plus aux objections qui pourraient m'être faites.

» Quant aux observations que j'ai faites sur ce que l'on a très improprement dénommé l'*œuf d'hiver* du *Phylloxera vastatrix,* je demande à l'Académie la permission d'en présenter un résumé succinct.

» Je commencerai par me ranger à l'avis de M. Faucon, qui préfère l'observation dans le vignoble, au milieu de la nature elle-même, à l'observation, dans le cabinet, de ce qui se passe dans des bocaux où, quoi que l'on fasse et quelques précautions que l'on prenne, l'insecte ne peut jamais être dans ses conditions absolument normales. En employant, dans des vignobles *non encore envahis,* la méthode indiquée par Lichtenstein, et qui consiste à rechercher les Phylloxeras ailés là où il est le plus facile de les trouver, dans les toiles d'araignées, on peut se rendre compte du moment où le Phylloxera a fait sa première apparition dans ces vignobles.

» En visitant les feuilles, au voisinage des points où l'on a trouvé les premières dépouilles indicatrices, on ne tarde pas à constater la présence d'ailés plus au moins nombreux et, à leur suite, dans un très court espace de temps, qui varie ordinairement, suivant l'état atmosphérique, entre trois et huit jours, on peut trouver les aptères sexués.

» On a indiqué, pour ces sexués, les proportions de 4 à 5 pour 100 de mâles; en disant qu'il y a environ trois ou quatre fois plus de femelles que de mâles, je crois être plus près de la vérité. En outre, toutes les femelles ne sont pas fécondées, et il y en a un certain nombre qui périssent sans avoir pondu leur œuf.

» Quoi qu'il en soit, tous ces phénomènes se produisent généralement en août et septembre. Or, si, ayant marqué avec soin les ceps sur lesquels on a pu les observer, on visite attentivement ces ceps dans le courant du mois d'octobre, on y trouve, installés indifféremment sur la portion souterraine de la souche ou sur les premières racines, de jeunes phylloxeras aptères, de la forme radicicole. Ce sont les premiers fondateurs des colo-

nies souterraines à venir, et ce sont surtout ceux qui constitueront les premiers hibernants.

» Lorsque ces faits s'accomplissent dans un vignoble *déjà envahi*, ces hibernants se mêlent aux colonies déjà existantes, et c'est ce qui explique pourquoi, dans les colonies anciennes, on rencontre tout à la fois des hibernants et des individus qui, quoique beaucoup ralentis dans leur ponte, ne la continuent pas moins, présentant ainsi ce caractère de ne pas interrompre leur évolution biologique. Je me demande si ce ne sont pas précisément ces jeunes, éclos de l'*œuf d'invasion*, et destinés à l'hibernation, que M. Faucon avait si bien remarqués en 1873 et qu'il signalait, en les attribuant aux colonies des aptères ordinaires.

» L'invasion des racines se fait donc de septembre à octobre, par le développement relativement assez rapide de l'œuf des sexués. Mais cette époque de l'invasion est précisément celle où un traitement quelconque serait d'une application presque impossible. Aussi je la considère comme la seule raison pour laquelle on n'a pas encore pu s'opposer à l'invasion.

» Quel est, en effet, le propriétaire qui consentirait à détruire sa récolte, pour arrêter, d'une manière douteuse, un ennemi contre lequel il espérera toujours pouvoir lutter? Et en supposant qu'il ait réussi une année, les mêmes causes peuvent se représenter l'année suivante, et ainsi de suite. Le professeur Keller, qui a observé des faits à peu près analogues sur le *Schizoneura lanigera*, a proposé de remplacer l'appellation d'*œuf d'hiver* par celle d'*œuf d'automne*. Il me paraît beaucoup plus simple de dire simplement l'*œuf des sexués* ou, mieux encore, l'*œuf d'invasion*; car c'est ainsi que je le considère plus spécialement. Je ne saurais en effet, après de nombreuses observations, le regarder comme un moyen de régénérescence et je le crois uniquement l'*élément de profusion*. C'est une distinction sur laquelle j'appellerai plus tard l'attention, en en développant les raisons.

» Je dois encore ajouter que, désireux d'avoir, sur l'œuf appelé *d'hiver*, quelques appréciations sans idées préconçues, j'en ai demandé, sous des prétextes très différents, à diverses personnes, que je savais en situation de pouvoir m'en fournir ou tout au moins me donner des renseignements. Deux seulement ont pu répondre à ma demande. Quant aux viticulteurs, leur réponse a été unanime : aucun n'avait encore pu en découvrir, et cependant tous déclaraient leurs vignes infestées. Cette petite enquête, que j'ai pris soin de faire sans en indiquer les véritables motifs, afin d'a-

voir des réponses plus librement exprimées, peut encore fournir des preuves à l'appui du résultat de mes observations.

» L'éclosion hâtive de l'*œuf d'invasion* me paraît plus que suffisante pour expliquer l'inefficacité des badigeonnages essayés en vue de la destruction de l'œuf d'hiver. Nulle part, en effet, ces badigeonnages ne semblent avoir empêché l'invasion des vignobles, et cela est si vrai que les viticulteurs véritables ont presque tous renoncé, avec raison, à ces pratiques empiriques. Tout au plus, les badigeonnages ont-ils arrêté quelquefois la formation des galles sur les feuilles. C'est précisément ce qui permettrait de supposer que, lorsque, dans des conditions spéciales, on rencontre l'œuf véritablement d'hiver, cela provient sans doute de ce que cet œuf se rapporte à la forme gallicole, dont les ailés se produisent toujours assez longtemps après les ailés de la forme radicicole.

» Je trouve une autre preuve de ce qui précède dans ce fait, que les seules personnes qui aient pu me fournir l'œuf d'hiver sont précisément celles qui opèrent leurs recherches dans des vignobles infestés de galles. Or, malgré les quelques expériences de laboratoire qu'on pourra m'opposer (1) et malgré tout ce qui a été dit à ce sujet, je n'hésite pas à déclarer que les formes radicicoles et gallicoles sont bien différentes l'une de l'autre et se comportent bien différemment.

» J'espère d'ailleurs arriver à prouver péremptoirement cette opinion; mais, pour cela, j'ai besoin de compléter, cette année au moins, quelques études que je n'ai pu achever dans les saisons précédentes. »

M. **Pagès** adresse une Note relative à un procédé de destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Eugène Henard** adresse un « Mémoire sur l'application du transport

(1) Ces expériences sont peu démonstratives, parce que, d'une part, on n'a jamais pu faire produire *une galle* par un insecte des racines et, d'autre part, parce que, si l'on avait suivi assez longtemps les insectes des galles transportés sur les racines (et ceux des troisième ou quatrième générations, au moins, sont les seuls que l'on ait pu réussir à transporter), on aurait pu voir qu'ils finissaient par se transformer tous en ailés, ne laissant après eux autre chose que les débris de ceux qui étaient morts sans avoir pu accomplir leurs transformations.

de la force par l'électricité à la traction d'un train continu, pour l'Exposition universelle de 1889 ».

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Ch. Jolibois adresse un Mémoire relatif à des appareils aspirants et foulants, et à la production de vapeurs désinfectantes contre les épidémies.

(Renvoi à la Section de Médecine, à laquelle M. Lévy est prié de s'adjoindre.)

M. F. Vialard adresse une Note relative à un nouveau moteur électrique.

(Renvoi à l'examen de M. Marcel Deprez.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel met sous les yeux de l'Académie une photographie du Krakatau, adressée par M. *Verbeek*, par l'entremise de M. le Ministre des Affaires étrangères.

M. Hermite, en présentant à l'Académie le premier fascicule des « Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse pour les Sciences mathématiques et physiques, publiées par un Comité de rédaction composé des professeurs de Mathématiques, de Physique et de Chimie de la Faculté », accompagne cette présentation de la Note suivante :

« Ce Recueil paraît sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et de la Municipalité de Toulouse, avec le concours des Conseils généraux de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées. Les premiers articles qu'il contient ont pour titres :

» Sur les équations différentielles linéaires et les groupes algébriques de transformations, par M. *E. Picard*.

» Sur l'équilibre d'un fil flexible et inextensible, par M. *P. Appell*.

» Sur un problème relatif aux courbes à double courbure, par M. *E. Goursat*.

» Spectres d'absorption des chromates alcalins et de l'acide chromique, par M. *P. Sabatier*.

» Questions d'Hydrodynamique, par M. *Marcel Brillouin*.

» Les géomètres et les physiciens apprécieront la valeur de ces travaux, et l'Académie accordera volontiers sa sympathie à une publication qui accroîtra le mouvement scientifique dont la ville de Toulouse est maintenant le siège, mouvement qui est dû, pour une grande part, au mérite des professeurs de la Faculté des Sciences et au zèle éclairé de leur doyen, M. Baillaud. »

M. **Faye**, en présentant à la fin de l'an dernier l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1887, avait donné sur ce nouveau Volume les détails suivants qui n'ont pas figuré, par erreur, au compte rendu de la séance. Cette omission lui ayant été signalée, il s'empresse de la réparer :

« Le Volume de l'*Annuaire*, dont le Bureau des Longitudes m'a chargé de faire hommage à l'Académie, contient d'importantes améliorations qui portent principalement sur les Tableaux numériques, relatifs à l'Astronomie, à la Géographie, à la Physique et à la Thermochimie. Nous devons une grande partie de ces perfectionnements aux savants qui ont bien voulu depuis longtemps donner leur concours au Bureau des Longitudes pour les sciences dont il ne s'occupe pas d'une manière spéciale. Il me suffira de citer ici MM. Berthelot, Levasseur, Damour, Mascart, et d'y joindre les noms de MM. de Bernardières et Moureaux pour la partie relative au magnétisme terrestre.

» Le Bureau me charge de leur exprimer toute sa gratitude pour leur précieuse collaboration.

» Ce Volume se termine par une Notice du plus haut intérêt sur la Photographie astronomique. L'auteur, M. l'amiral Mouchez, y donne un historique complet de cette application de la Photographie; il expose les méthodes des frères Henry et les beaux résultats qu'ils ont obtenus dans ces derniers temps.

» Cette Notice peut être considérée comme une sorte d'introduction à la prochaine Conférence astronomique qui va se réunir à l'observatoire de Paris, sous les auspices de l'Académie des Sciences, dans le but de préparer, par une coopération active des grands observatoires de tous les pays, la description photographique du ciel étoilé à la fin du XIXe siècle. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une classe de formes de différentielles, et la théorie des systèmes quelconques d'éléments.* Note de M. G. **Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« Je conserverai les notations de ma précédente Communication. Prenons le système complet

$$(\mathrm{C}) \quad \mathfrak{M}_1\left(u\left|\frac{\partial\theta}{\partial u}\right.\right)=0, \qquad \mathfrak{M}_2\left(u\left|\frac{\partial\theta}{\partial u}\right.\right)=0, \qquad \ldots, \qquad \mathfrak{M}_{n-2}\left(u\left|\frac{\partial\theta}{\partial u}\right.\right)=0,$$

et soit $\varphi(\alpha, \beta; u_1, u_2, \ldots, u_n, u_{n+1}) - \gamma$ ou, abréviativement, $\varphi(\alpha, \beta\,|\,u) - \gamma$ une solution complète avec trois constantes α, β, γ. On obtient un système de surfaces donnant lieu à la forme (A), en prenant celles représentées par l'équation

$$z = \varphi(x, y\,|\,u).$$

» Supposons, au contraire, que les équations (C) soient vérifiées identiquement ou bien en vertu de l'équation $\theta(u_1, u_2, \ldots, u_{n+1}) = 0$, où θ est une fonction des u. *L'équation* $\theta = 0$ *a pour effet d'assujettir les surfaces qui la vérifient à toucher une courbe ou une surface fixes, ou bien à passer par un point fixe.*

» Réciproquement, pour que l'équation $\theta = 0$ exprime une propriété de l'un de ces trois genres, il faut que les équations (C) soient vérifiées. L'interprétation d'une solution quelconque des équations (C) est donc tout à fait la même que celle de l'évanouissement du paramètre différentiel de M. Klein dans le cas des droites.

» S'il s'agit, en effet, de courbes au lieu de surfaces, on voit que, au lieu de surfaces tangentes à une courbe ou à une surface, ou passant par un point fixe, on aura des *courbes tangentes à une surface fixe* ou *s'appuyant sur une courbe fixe*, conformément à la doctrine des transformations de contact.

» Ceci nous amène à distinguer deux espèces de classes d'éléments. A la première espèce appartiendront les classes dont tous les systèmes d'éléments sont des systèmes de surfaces. A la seconde appartiendra toute classe d'éléments dont l'un des systèmes (et, par suite, une infinité) sera composé de courbes.

» Par exemple, la classe qui comprend le système quadruplement indé-

terminé des sphères de l'espace est de la seconde espèce, puisque cette classe comprend le système quadruplement indéterminé des droites de l'espace.

» A quel caractère reconnaîtra-t-on qu'une forme (A) se rapporte à une classe de seconde espèce? Ce caractère est lié à la considération des systèmes semi-linéaires de M. S. Lie. Il faut et il suffit, en effet, pour cela que le système des équations (C) forme un système complet *semi-linéaire*, c'est-à-dire admettant une solution complète de la forme

$$\varphi(\alpha|u) + \beta\psi(\alpha|u) - \gamma,$$

où α, β, γ sont les trois constantes. Les courbes

$$x = \varphi(z|u), \qquad y = \psi(z|u),$$

prises pour élément, donnent lieu à la forme fondamentale (A).

» Les remarques précédentes permettent de traiter diverses questions générales. Le théorème suivant simplifie certaines de ces recherches.

» Supposons que, pour construire la forme (A), on veuille partir du *système complet* (C). Je dis que l'on peut toujours supposer qu'aucune des équations (C) n'est linéaire. En effet : *Si l'une des équations* (C) *est linéaire, le nombre des paramètres u peut être abaissé d'une unité.* Si p des équations (C) sont linéaires, le nombre des paramètres u peut être abaissé de p unités.

» En appliquant ce théorème à la recherche des formes (A) qui sont quadratiques, comme une seule des équations (C) peut être quadratique et que les autres doivent être linéaires, on en conclut que le nombre des paramètres peut être réduit de $(n+1)$ à $n+1-(n-3)=4$. Donc :

» *Les systèmes d'éléments qui donnent lieu à une forme quadratique ne peuvent contenir plus de quatre paramètres.*

» Du reste, toute forme quadratique est une forme fondamentale; car, si l'on prend la forme adjointe et ensuite que l'on forme le paramètre différentiel

$$\mathfrak{M}\left(u\,\middle|\,\frac{\partial\theta}{\partial u}\right),$$

toute solution complète $\varphi(\alpha, \beta\,|\,u) - \gamma$ de l'équation $\mathfrak{M}\left(u\,\middle|\,\frac{\partial\theta}{\partial u}\right) = 0$ fournit une surface

$$z = \varphi(x, y\,|\,u),$$

qui, prise pour élément, admet pour forme fondamentale la forme quadratique proposée.

» Ajoutons, comme dernière remarque, que tous ces résultats s'étendent facilement au cas où l'on se proposerait l'étude des systèmes d'éléments dans un espace à $k > 3$ dimensions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une certaine équation différentielle.* Note de M. V. JAMET.

« Étant donnée une équation différentielle du second ordre

$$f\left(x, y, \frac{dy}{dx}, \frac{d^2y}{dx^2}\right) = 0,$$

si, parmi les courbes qu'elle représente (en coordonnées cartésiennes rectangulaires), on considère celles qui passent par un point fixe P, l'équation proposée permet de trouver immédiatement le lieu de leurs centres de courbure en ce point. En effet, soient x, y les coordonnées du point P, ξ, η les coordonnées du centre de courbure, en P, d'une des courbes du faisceau, R son rayon de courbure; l'égalité précédente subsistera si l'on y remplace $\frac{dy}{dx}$ par $-\frac{\xi - x}{\eta - y}$ et si l'on suppose

$$R = \sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2} = \frac{\left[\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\right]^3}{\frac{d^2y}{dx^2}} = \frac{\left[\sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y^2)}\right]^3}{(\eta - y)^3 \frac{d^2y}{dx^2}}$$

ou bien

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2}{(\eta - y)^3}.$$

» Donc le lieu considéré est représenté par l'équation

$$f\left[x, y, -\frac{\xi - x}{\eta - y}, \frac{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2}{\eta - y}\right] = 0,$$

où x, y désignent deux constantes, ξ, η les coordonnées courantes.

» Je me propose de signaler un cas où l'équation ci-dessus est du troisième degré par rapport à ξ, η et de déduire des propriétés des cubiques quelques propriétés du faisceau correspondant.

» Il s'agit de l'équation

$$\frac{d^2y}{dx^2} + X + Y\frac{dy}{dx} + Z\left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + U\left(\frac{dy}{dx}\right)^3 = 0, \tag{1}$$

où X, Y, Z, U désignent des fonctions bien déterminées de x et de y, de telle sorte qu'à chaque point P du plan corresponde une seule cubique, définie par l'équation

$$\begin{aligned}&(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + X(\eta - y)^3 \\ &\quad - Y(\xi - x)(\eta - y)^2 + Z(\xi - x)^2(\eta - y) - U(\xi - x)^3 = 0.\end{aligned}$$

» Cette cubique admet le point P pour point double, et, de cette propriété, jointe aux propriétés générales des cubiques, on déduit les propositions suivantes :

» 1. *Parmi les courbes représentées par l'équation* (1) *et passant par un point donné, il y en a trois, et trois seulement, dont les centres de courbure soient sur une droite donnée.*

» 2. *Soient* A_1, B_1, C_1 *les trois points ainsi définis sur une droite* D_1; A_2, B_2, C_2 *les trois points analogues sur une droite* D_2; *sur la droite* A_1A_2 *se trouve un troisième point* A_3, *sur la droite* B_1B_2 *un troisième point* B_3, *sur la droite* C_1C_2 *un troisième point* C_3, *définis par l'énoncé précédent; les trois points* A_3, B_3, C_3 *sont en ligne droite.*

» 3. *Le point* A_1, *défini par l'énoncé* 2, *est le même pour toutes les droites qui le contiennent; et, si une droite tourne autour de ce point, les rayons* PB_1, PC_1 *sont en involution.* A_1 *et* B_1 *se confondent, si, dans cette involution,* PC_1 *est le conjugué de* PA_1.

» 4. *Si, par les trois points* A_1, B_1, C_1 *de l'énoncé* 2, *on mène les trois droites sur lesquelles deux des centres de courbure sont confondus, sur chacune d'elles il y a un troisième centre de courbure : ces trois centres sont en ligne droite.*

» 5. *Il existe trois droites sur lesquelles les trois centres de courbure sont confondus en un seul, et ces trois centres sont en ligne droite.* Ce sont les points d'inflexion de la cubique correspondant au point P.

» 6. *Par chaque point* A *du plan on peut mener quatre droites, et quatre seulement, sur lesquelles deux des centres de courbure soient confondus. Les quatre points ainsi définis, le point* A *et le point* P *sont sur une même conique.* C'est la conique polaire du point A.

» 7. *Le lieu des points* A, *tels que deux des quatre droites de l'énoncé* 6 *se confondent, est la cubique correspondant au point* P.

» 8. *Sur chaque rayon issu du point* P, *il n'y a qu'un point tel que* A_1; *si deux rayons issus de* P, *savoir* PA_1, PA_2 *sont en involution, et si l'on fait passer une conique par le point* P, *par les centres de courbure situés sur ces deux rayons et par les centres de courbure, en* P, *de deux courbes fixes du faisceau, cette conique passe par un quatrième point fixe,* d'après une propriété connue des cubiques unicursales. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème relatif à la résolution de l'équation* $aX^4 + bY^4 = cZ^2$. Note de M. **Desboves**.

« Si l'on désigne par (x, y, z), (x', y', z') deux solutions en nombres entiers de l'équation

$$(1)\qquad aX^4 + bY^4 = cZ^2,$$

on obtiendra une nouvelle solution (X, Y, Z) de cette équation par les formules

$$(2)\quad \begin{cases} \lambda = ax^2x'^2 - by^2y'^2, \qquad \mu = xyz' + zx'y', \\ x'X = x^2\lambda^2 - bcy^2\mu^2, \qquad y'Y = y^2\lambda^2 - acx^2\mu^2, \\ x'^4z'^2Z = [(x^2\lambda^2 + bcy^2\mu^2)z' + 2bxyy'^2\lambda\mu]^2 + 4abx^2y^2x'^4\lambda^2\mu^2. \end{cases}$$

» Dans le cas où c est égal à $a + b$, on peut y faire $x' = y' = z' = 1$ et l'on retrouve ainsi les formules générales que j'ai obtenues en même temps que le P. Pepin. Si, dans les mêmes formules, on fait $a = c = 1$, $x' = z' = 1$, $y' = 0$, on retrouve les formules de Lagrange et Lebesgue qui s'appliquent à l'équation $X^4 + bY^4 = Z^2$: la solution (1, 0, 1) en est alors une solution primitive.

» L'étude que j'ai faite d'un certain nombre d'équations de la formule (1) m'a conduit au théorème suivant, qui résume tous les résultats obtenus; mais qui, s'il est vrai pour toute équation de la forme (1) résoluble en nombres entiers, serait probablement très difficile à démontrer.

» Théorème. — *On obtient la solution complète en nombres entiers d'une équation de la forme* (1) *par autant de systèmes* (2) *que l'équation a de solutions primitives, si l'on convient que* (x', y', z') *désigne une solution primitive.*

» Par exemple, l'équation $8X^4 - 3Y^4 = 5Z^2$, qui a les deux solutions

primitives $(1, 1, 1)$, $(2, 1, 5)$, est résolue complètement par les deux systèmes que l'on obtient en remplaçant successivement dans le système (2) les variables x', y', z', chacune par 1, puis x', y', z' respectivement par 2, 1, 5. Le P. Pepin, à qui j'avais proposé la question après l'avoir moi-même résolue, a trouvé dix systèmes de formules, mais on reconnaît que les dix systèmes se réduisent aux deux précédents.

» Les autres équations pour lesquelles le théorème a été vérifié et qui, presque toutes, ont été traitées par le P. Pepin, sont les suivantes :

$$7X^4 - 5Y^4 = 2Z^2, \qquad 3X^4 - 2Y^4 = Z^2,$$
$$X^4 + 7Y^4 = 8Z^2, \qquad X^4 - Y^4 = 5Z^2;$$
$$X^4 + 3Y^4 = Z^2, \qquad X^4 + 20Y^4 = Z^2,$$
$$11X^4 - 7Y^4 = Z_2, \qquad 8X^4 + 7Y^4 = 15Z^2.$$

» Les quatre premières, qui n'ont qu'une solution primitive, sont résolues au moyen d'un seul système; et les quatre dernières, qui ont, chacune, deux solutions primitives, sont résolues par deux systèmes de formules conformément au théorème. »

PHOTOMÉTRIE. — *Sur l'emploi du gaz d'éclairage comme source constante dans les expériences de rayonnement.* Note de M. **Édouard Branly.**

« La plupart des expérimentateurs s'accordent à trouver insuffisante la précision du thermomultiplicateur dans les expériences de rayonnement. En effet, avec les procédés d'observation habituels, en adoptant la méthode des impulsions et en opérant encore comme Melloni, les erreurs qui proviennent de l'instabilité de l'aiguille du galvanomètre, de l'échauffement de la pile thermo-électrique, des irrégularités de la source, se confondent, sans qu'il soit aisé d'attribuer à chaque appareil la part d'incertitude qui lui revient; dans ces conditions, fréquemment, l'exactitude de chaque mesure prise isolément n'atteint pas $\frac{1}{20}$ de la grandeur à déterminer. Tout en conservant le thermomultiplicateur, j'ai cherché des règles d'expérimentation qui assurent le bon fonctionnement de chacune des parties de l'appareil.

» La présente Communication a pour objet de faire connaître mes premiers résultats dans la recherche de sources constantes de rayonnement. Il ne s'agira, pour le moment, que de deux sources de température moyenne:

la lampe modérateur et le bec de gaz. Leur lumière était reçue sur un élément thermo-électrique sensible, relié à un galvanomètre précis. Les impulsions étaient régulièrement espacées de cinq en cinq minutes; elles étaient produites par un rayonnement de quinze secondes.

» *Lampe modérateur.* — J'ai opéré avec deux lampes de M. Deleuil, brûlant 42gr d'huile épurée à l'heure. Voici les impulsions pour trois heures et demie d'expériences (20 décembre 1886) :

....; 134,3; 134,3; 134,6; 135; 135,2; 135,4; 135,3; 135,4; 134,9; 135,1; 134,6; 134,7; 134,8; 134,9; 134,9; 134,9; 135; 135,1; 135,1; 135,1; 134,4; 134,8; 134,4; 134,2; 134,4; 134,5; 134; 134; 134,3; 134,3; 134,2; 134,5; 134,2; 134; 133,7; 133,7; 134; 133,3; 134; 133,5; 133; .....

» Les impulsions de la première demi-heure qui a suivi l'allumage n'ont pas été transcrites; les nombres qui suivaient le dernier inscrit décroissaient rapidement.

» Les nombres précédents sont choisis; ils appartiennent à la meilleure des deux lampes et, pour celle-ci, à un des meilleurs groupes de mesures; ils indiquent dans quelles limites une lampe modérateur est susceptible de fournir un rayonnement constant.

» *Lampe à gaz à débit réglé.* — J'emploie un bec Vioche. Pour un débit de 190lit à l'heure, il donne une flamme ayant, en centimètres, environ 6 de hauteur et 2,5 de diamètre. Je n'utilise qu'une partie de cette flamme, limitée par une ouverture rectangulaire de 12mm de hauteur et de 18mm de largeur, dont le centre est à 28mm de la base.

» J'ai d'abord réglé la pression avec un manomètre différentiel de M. Kretz. M. Dervin m'en avait obligeamment construit plusieurs modèles de dimensions différentes. Celui que j'ai employé de préférence avait une sensibilité égale à quarante fois celle d'un manomètre à eau. L'emploi de cet instrument m'a permis de constater que les variations du gaz, même aux heures troublées de l'allumage, n'étaient pas un obstacle au réglage du débit. Toutefois, quand j'ai voulu atteindre une constance supérieure à $\frac{1}{100}$ pour deux mesures consécutives, des incertitudes se sont manifestées et j'ai reconnu, par l'emploi simultané de deux manomètres différentiels, l'irrégularité des indications du manomètre à deux liquides, dans un court intervalle de temps.

» J'ai essayé alors le tambour manométrique de M. Marey, en remplaçant la plume par un miroir; la sensibilité est suffisante, mais je n'ai pas obtenu jusqu'ici la régularité nécessaire.

» Actuellement, j'emploie un manomètre métallique. Le gaz pénètre dans

une boîte de baromètre anéroïde à large surface cannelée, au centre de laquelle est fixé un système articulé semblable à celui du tambour de M. Marey. La pression, en soulevant la surface cannelée, pousse un levier en aluminium qui porte un miroir concave de 1^m de rayon. Ce miroir réfléchit, sur une règle divisée distante de 1^m, l'image d'un fil tendu au milieu d'une surface éclairée. Une course du fil de 25^{mm} correspond à 1^{mm} du manomètre à eau. Ce manomètre, comme le tambour de M. Marey, accuse des variations brusques que le manomètre à deux liquides ne laissait pas soupçonner.

» Voici maintenant la disposition des appareils et la marche des expériences. Partant du robinet de prise, le gaz rencontre un flacon de 25^{lit} placé en dérivation, traverse deux poches de caoutchouc, passe par un robinet à vis et un pince-caoutchouc qui servent au réglage, croise un tube qui va au manomètre; puis il se rend au bec de combustion.

» On examine la flamme avec un verre coloré et on règle la pression de telle sorte que l'ouverture rectangulaire soit comprise entre l'extrémité supérieure trouble et le bleu inférieur, mais plus près du bleu. En tournant légèrement le robinet, on trouve vite une pression pour laquelle une variation sensible du manomètre ne cause qu'une très petite variation de l'impulsion; pour une pression un peu supérieure, la déviation diminue, car le bleu empiète sur le rectangle. A plusieurs jours d'intervalle, on reconnaî immédiatement la bonne pression, à l'examen de la flamme. Le réglage se fait très aisément à un demi-millimètre près de la règle divisée.

» Pour que la comparaison avec la constance d'une lampe modérateur puisse être faite, je citerai tous les nombres obtenus le 19 mars de 2^h35^m à 6^h40^m :

» ...; **123,5**; 123,7; 123,7; ...; ...; 123,5; 123,7; 123,4; 123,4; ...; ...; 123,6; 123,7; 123,7; ...; ...; **125,6**; 125,4; 125,7; 125,6; 125,7; 125,7; 125,7; 125,4; 125,5; 125,1; 125,3; 125,2; **124,3**; 124,7; 124,5; 124,1; 124; 124; 124,2; 124,2; 124,4; 124,2; 124,5; 124,1; 124,4; **124,6**; 124,8; 124,7; 124,7; 124,6; 124,8; 124,5; 124,9.

» Tous ces nombres correspondent à une même pression; les points remplacent des impulsions relatives à des pressions différentes (intercalées à dessein); les nombres en caractères différents sont les premiers d'une période constante. Le 19 mars, comme les autres jours, la série se subdivise en périodes constantes, de pouvoirs rayonnants différents, ayant plus d'une heure de durée. En général, on passe *brusquement* d'une période à la suivante.

» Dans une même période, la constance est au moins de $\frac{1}{250}$. On obtient

le même résultat par des expériences d'équilibre. L'équilibre de l'aiguille du galvanomètre se maintenait constant pendant cinq, dix minutes, à $\frac{1}{300}$ près, tant que la pression était conservée fixe.

» Le pouvoir rayonnant du gaz d'éclairage augmente du matin au soir ([1]). »

CHIMIE. — *Sur le tartrate d'antimoine.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Berthelot.

« Le mode de préparation du tartrate acide d'antimoine indiqué par M. Peligot, c'est-à-dire précipitation par l'alcool d'une solution concentrée d'oxyde d'antimoine dans l'acide tartrique, donne une substance amorphe mal définie et dont la teneur en antimoine varie suivant les conditions de précipitation. Je me propose de donner un procédé de préparation à l'état de pureté de ce tartrate acide d'antimoine.

» Lorsqu'on fait bouillir SbO^3 pur, en excès, avec une solution d'acide tartrique pur, de l'oxyde d'antimoine se dissout et cela jusqu'à ce que pour 5^{mol} $C^8H^6O^{12}$ d'acide tartrique il y ait $2^{éq}$ de SbO^3, quelque temps que l'on prolonge l'ébullition.

» Pour montrer ce fait, il faut analyser les solutions ainsi obtenues; on y parvient facilement en remarquant que l'on peut titrer avec grande précision, en présence de SbO^3, l'acide tartrique par l'eau de baryte dans les conditions suivantes : on emploie une solution étendue et chaude de tartrate (1^{gr} d'acide tartrique par litre environ), de la baryte ($1^{éq} = 8^{lit}$), et comme réactif indicateur la phénolphtaléine (1^{cc} d'une solution au $\frac{1}{200}$). Pour connaître, par conséquent, le rapport de SbO^3 à l'acide tartrique dans une solution de tartrate d'antimoine, il suffira de déterminer, par la méthode précédente, l'acide tartrique dans un certain volume de la solution, puis SbO^3 au moyen d'une solution titrée de permanganate de potasse dans un volume identique. En opérant ainsi, j'ai trouvé qu'au bout de six heures en général la dissolution était achevée. Le rapport de l'acide tartrique à SbO^3 est $\frac{\frac{1}{2}C^8H^6O^{12}}{SbO^3} = 5 = \frac{T}{Sb}$. En prolongeant, au réfrigérant as-

---

([1]) Je dois remercier M. Gendron, préparateur de mon cours à l'Institut catholique, du zèle avec lequel il m'a secondé dans l'établissement des appareils et l'exécution des expériences.

cendant, l'ébullition pendant plus de cent heures, le rapport $\frac{T}{Sb}$ n'a pas changé. Ce rapport est sensiblement indépendant de la concentration, à moins que l'on n'opère avec des solutions très étendues (1^{gr} d'acide tartrique par litre) : dans ce cas, le rapport s'approche de 3; mais cela tient à la solubilité de SbO^3 dans l'eau.

» Si nous évaporons au bain-marie une solution pour laquelle le rapport $\frac{T}{Sb} = 5$, lorsque le liquide devient sirupeux, il se forme à chaud un dépôt cristallin. En décantant la solution lorsque le dépôt ne semble plus augmenter, on trouve qu'elle ne renferme presque plus d'oxyde d'antimoine; $\frac{T}{Sb} = 20$ dans une expérience, 17 dans une autre. Le produit cristallin qui se forme dans ces conditions est le bitartrate d'antimoine; il contient un peu d'eau mère interposée : l'analyse montre que $\frac{T}{Sb} = 2,38$ au lieu de 2. Ces cristaux, lavés à l'alcool absolu, donnent le bitartrate d'antimoine pur.

» Il est plus facile d'évaporer à sec la solution précédente et de traiter la masse solide que l'on obtient par l'alcool absolu, qui dissout l'acide tartrique en excès et laisse le bitartrate d'antimoine, sous forme de paillettes cristallines blanches qu'on sèche à 100°.

» L'analyse m'a donné les résultats suivants :

Acide tartrique pour 100...........	52,13	52,22	52,41	
Antimoine pour 100...............	41,85	41,87	41,98	42,04

» La théorie exige, pour $C^8H^4(SbO^3HO)O^{10}$,

Acide tartrique pour 100.............	52,63
Antimoine pour 100.................	42,10

» J'ai déterminé la chaleur de formation de ce composé, en dissolvant dans HF étendu ($1^{éq} = 2K$) un certain poids de ce bitartrate d'antimoine, ce qui dégage pour

$C^8H^4(SbO^3HO)O^{10}$ sol. + nHF étendu........ $+8^{Cal},0$ vers 10°

» Puis, dans une solution identique, un mélange d'oxyde d'antimoine et d'acide tartrique, de manière à obtenir un état final identique, ce qui dégage, vers 10°, pour

SbO^3 sol. + $C^8H^6O^{12}$ sol. + nHF étendu............. $+6^{Cal},8$.

on en déduit que

$$SbO^3 \text{ sol.} + C^8H^6O^{12} \text{ sol.} = C^8H^4(SbO^3HO)O^{10} \text{ sol.} + HO \text{ sol.} \ldots \quad -0^{Cal},5$$

or

$$SbO^3 + C^8H^4(KOHO)O^{10} = HO \text{ sol.} + C^8H^4(SbO^3KO)O^{10} + HO \text{ sol.} \ldots \quad -0^{Cal},85$$

» La substitution de SbO^3 à HO absorbe, pour ainsi dire, la même quantité de chaleur, que cette substitution se fasse dans l'acide tartrique ou dans le bitartrate de potasse. On peut donc en conclure que l'oxyde d'antimoine sature la même fonction alcoolique dans ces deux substances.

» Le bitartrate d'antimoine ainsi obtenu est décomposable par l'eau; il se dissout à froid dans une solution d'acide tartrique,

$$C^8H^4(SbO^3HO)HO^{10} + 5C^8H^6O^{12} \text{ diss.} = SbO^3 \text{ dissous} \ldots \quad +3^{Cal},6$$

Cette expérience permet de calculer la chaleur de dissolution de SbO^3 dans l'acide tartrique : on trouve que

$$SbO^3 \text{ sol.} + 5C^8H^6O^{12} \text{ diss.} = SbO^3 \text{ diss} \ldots \quad +5^{Cal},6$$

» M. Berthelot avait trouvé, en dissolvant $SbCl^3$ dans une solution d'acide tartrique, la valeur $+7^{Cal},1$ pour la chaleur de formation du tartrate d'antimoine dissous.

» Cette différence, dans les valeurs ainsi trouvées par deux procédés différents, montre que l'état final des deux solutions n'est pas le même. J'ai pu montrer ce fait de la manière suivante.

» J'ai pris des solutions de tartrate d'antimoine *identiques en apparence*, c'est-à-dire contenant les mêmes éléments dans les mêmes proportions, et je les ai traitées par une solution d'acide fluorhydrique, qui les transforme en fluorure d'antimoine dissous. Si les solutions sont identiques, elles doivent dégager la même quantité de chaleur. Il n'en est rien : ainsi j'ai trouvé que la neutralisation par HF d'une solution de tartrate d'antimoine obtenue dégage

En faisant bouillir $SbO^3 + 5C^8H^6O^{12}$	pendant 70 heures........	$+5^{Cal},3$
»	pendant 5 minutes.........	$+4^{Cal},45$
A froid en faisant agir $SbCl^3 + 5C^8H^6O^{12}$	....	$+3^{Cal},0$

» Je me propose de rechercher les causes de ces différences, qui me semblent provenir de l'existence, dans les solutions, de deux tartrates d'antimoine isomériques et dont la chaleur de formation serait différente. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche et le dosage de l'alumine dans le vin et le raisin.* Note de M. **L. L'Hote**, présentée par M. Peligot.

« L'alumine ne figure pas généralement au nombre des éléments constituants des cendres végétales. Le premier savant qui a publié des analyses de cendres, Th. de Saussure, indique l'alumine comme représentant une quantité infiniment petite, et souvent nulle, n'excédant pas $\frac{1}{100}$ du poids des cendres (¹). Berthier fait remarquer qu'aucune des cendres analysées par lui ne renferme d'alumine, quoique cette terre existe dans tous les sols cultivables (²). Dans leurs recherches sur la répartition des éléments inorganiques dans les principales familles du règne végétal, Malaguti et Durocher ne séparent pas dans leurs Tableaux d'analyses l'alumine des oxydes de fer et de manganèse (³). Enfin, M. Delesse, dans un travail relatif à l'influence du sol sur la composition des cendres des végétaux, a constaté l'absence de l'alumine (*Bulletin de la Société nationale d'Agriculture;* 1881).

» Avant d'aborder la recherche de l'alumine dans des plantes venues sur des sols différents au point de vue géologique, j'ai pensé qu'il y avait quelque intérêt à vérifier si cet élément existe dans le vin et le raisin.

» C'est Vauquelin qui, le premier, a signalé la présence de l'alumine dans le vin. Dans un Mémoire sur la composition chimique des vins du département de la Haute-Garonne (⁴), M. Filhol a fait figurer l'alumine à l'état de tartrate d'alumine dans toutes ses analyses.

» Le procédé suivi pour la recherche de l'alumine, dans le vin et les végétaux, comprend plusieurs phases.

» I. 250^{cc} de vin évaporés dans une capsule de platine jusqu'à consistance sirupeuse sont additionnés d'acide sulfurique pur. La masse carbonisée laisse, après incinération au fourneau à moufle, à basse température, des cendres blanches.

» II. Les cendres sont attaquées à chaud dans une fiole par 15^{cc} d'acide azotique. On ajoute à la solution 100^{cc} d'une solution de nitromolybdate

---

(¹) Th. de Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation,* p. 315.
(²) Berthier, *Mémoires de la Société centrale d'Agriculture,* 1854.
(³) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. LIV, p. 257.
(⁴) *Journal de Chimie médicale,* 3e série, t. II, p. 251.

d'ammoniaque (préparée avec 50gr d'acide molybdique par litre de liqueur), et l'on porte à l'ébullition. Le phosphomolybdate, précipité dans un excès de liqueur molybdique, est séparé par filtration et lavé avec de l'eau acidulée d'acide azotique à $\frac{1}{100}$. Dans la liqueur filtrée, on ajoute de l'ammoniaque et du sulfure d'ammonium en excès, qui maintient en dissolution le molybdène et précipite l'alumine et le fer.

» III. Le précipité mixte est recueilli sur un filtre et chauffé à l'air libre dans une nacelle de platine. Il s'agit maintenant de séparer l'alumine de l'oxyde de fer. On y arrive facilement en combinant les méthodes de Sainte-Claire Deville et de Rivot. La nacelle est d'abord chauffée dans un courant d'hydrogène sec, pour réduire l'oxyde de fer, puis portée, après refroidissement, dans un appareil où elle est soumise à l'action du gaz acide chlorhydrique sec. Sous l'influence d'une température rouge, le gaz chlorhydrique volatilise le fer.

» IV. Le résidu blanc de la nacelle, pouvant contenir des traces de silice, est mouillé avec de l'acide fluorhydrique et une goutte d'acide sulfurique, puis chauffé au rouge vif. L'alumine est pesée. On constate que le résidu final est bien de l'alumine, en le calcinant sur un charbon au chalumeau avec une goutte de solution d'azotate de cobalt.

» Des expériences à blanc effectuées sur du vin ne contenant pas d'alumine (vin de Touraine), auquel on a ajouté une quantité connue d'alun d'ammoniaque ou de potasse, ont permis de contrôler l'exactitude de cette méthode d'analyse. Le nitromolybdate d'ammoniaque, ainsi que les différents réactifs soumis à toutes les opérations que je viens de décrire, ont donné 1mgr d'alumine, qui a été retranché comme correction dans tous les dosages.

» Les vins examinés sont des vins rouges. Voici les chiffres trouvés en rapportant à 1lit :

	Alumine.
	gr
Vin de Bourgogne (non plâtré)	0,020
Vin du Cher (non plâtré)	0,036
Vin de Touraine (Vouvray) (non plâtré)	0,000
Vin de Roussillon (plâtré)	0,032
Vin d'Espagne (plâtré)	0,016
Vin de Sicile (plâtré)	0,012
Vin de l'Aude (plâtré)	0,016
Vin préparé au laboratoire avec des raisins de Huesca (non plâtré)	0,012

» Comme on le voit, les vins plâtrés et non plâtrés contiennent de l'alu-

mine en proportion appréciable. On peut se demander si la présence de cet élément n'est pas accidentelle et ne doit pas être attribuée à de la terre mélangée à la grappe lors de la vendange?

» J'ai soumis aux mêmes épreuves du raisin rouge de Thomery qui a été égrappé avec le plus grand soin. Les grains ont été lavés avec de l'eau distillée. On a dosé l'alumine dans le grain et la rafle.

		Alumine.
Dans les grains pesant.............	$479^{gr},000$	$0^{gr},013$
Dans la rafle......................	$6^{gr},482$	$0^{gr},003$

» J'ajouterai que cette méthode d'analyse permet de séparer exactement l'alumine de l'acide phosphorique dans le phosphate d'alumine. L'acide phosphorique est pesé à l'état de pyrophosphate de magnésie, après dissolution du précipité de phosphomolybdate dans l'ammoniaque. Dans toutes les méthodes recommandées pour cette séparation, on fait généralement intervenir la potasse caustique ou des sels calcaires qui, la plupart, renferment de l'alumine. La potasse pure, dite *potasse à l'alcool*, contient de l'alumine en proportion notable.

» Dans une prochaine Note, je donnerai les résultats obtenus en appliquant ce procédé à la recherche de l'alumine dans d'autres végétaux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles synthèses dans la série grasse au moyen du chlorure d'aluminium*. Note de M. **Alphonse Combes**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente ([1]), j'ai montré comment le chlorure d'aluminium réagit sur le chlorure d'acétyle, pour donner un composé organométallique. L'action de l'eau sur ce composé donne naissance à l'*acétylacétone*. Le dégagement d'acide carbonique qui accompagne la formation de ce dernier corps m'avait conduit à le considérer comme dérivant de l'acide *acétylacétylacétique* par perte d'une molécule d'acide carbonique. Afin de vérifier la réalité de cette hypothèse, j'ai traité le composé organométallique, non plus par l'eau, mais par l'alcool. Pour cela, on projette dans de l'alcool fortement refroidi, et par petites portions, le composé $C^{12}H^{14}O^{6}Al^{2}Cl^{8}$, il se dégage de l'acide chlorhydrique, et la réaction est

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 814.

fort vive. Quand elle est terminée, on jette la masse liquide dans un excès d'eau. Il se sépare un liquide rougeâtre qu'on décante et qu'on rectifie. On obtient ainsi :

» 1° De l'éther acétique;

» 2° De l'éther acétylacétique $C^6H^{10}O^3$ bouillant à 180° et qui, en outre, a été caractérisé par son analyse et sa densité de vapeur;

» 3° Un liquide incolore bouillant à la température de 120° à 125° dans le vide.

» L'analyse conduit pour ce composé à la formule $C^8H^{12}O^4$.

» On a, en effet, trouvé :

		Théorie pour	
	Trouvé.	$C^8H^{12}O^4$.	$C^6H^{10}O^3$.
H............	7,14	6,94	7,69
C............	55,57	55,81	55,38

» L'analyse montre déjà que ce n'est point de l'éther acétylacétique; mais, pour déterminer nettement la formule de ce composé, j'ai cherché à en prendre la densité de vapeur. La méthode de V. Meyer n'est pas applicable dans ce cas, même en opérant dans l'azote, il y a décomposition à peu près complète. Je me suis servi de la méthode de Hofman, en opérant dans la vapeur d'aniline. J'ai ainsi obtenu pour densité le nombre 5,90 qui conduit au poids moléculaire 170. La théorie indique pour

$$C^8H^{12}O^4 = 172 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad 6,95$$

Ces faits permettent de considérer le corps que je viens de décrire comme étant l'éther acétylacétylacétique

$$CH^3-CO-CH^2-CO-CH^2-COOC^2H^5.$$

» La formation d'éther acétique et d'éther acétylacétique, dans la même réaction, s'explique aisément par la facilité avec laquelle le nouveau composé se dédouble en présence de l'alcool et sous l'influence de l'acide chlorhydrique en éther acétique et acétylacétique

$$CH^3-CO-CH^2-CO-CH^2-COOC^2H^5 + C^2H^6O$$
$$= CH^3-COOC^2H^5 + CH^3-CO-CH^2-COOC^2H^5.$$

» 4° On obtient enfin un composé solide, insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, l'éther de pétrole, et la benzine chauds, et cristallisant de ces solutions en jolis prismes de couleur rouge qui fondent à 129°.

130°. Il contient de l'aluminium; ce dernier a été dosé par deux procédés différents. On trouve :

	I.	II.	III.	Théorie pour $(C^8H^{11}O^4)^6Al^2$.
Al	4,96	4,97	»	5,00
C	»	»	53,24	53,33
H	»	»	6,29	6,11

» Ces nombres correspondent très exactement à la formule

$$(C^8H^{11}O^4)^6Al^2.$$

Le composé organométallique semble donc résulter de l'union de 6 molécules d'éther acétylacétylacétique à 2 atomes d'aluminium; il est d'une stabilité extrêmement remarquable. A froid, les acides azotique et sulfurique ne l'attaquent pas. Sa solution alcoolique est décomposée par les alcalis avec précipitation d'alumine et formation d'un composé cristallin qui sera examiné plus tard.

» II. L'acide acétylacétylacétique, dont je viens de décrire l'éther, ne pouvant s'isoler, j'ai cherché, en m'adressant à un chlorure d'acide plus élevé, à obtenir un acide stable : je me suis servi du chlorure de butyryle. On obtient, en opérant comme pour le chlorure d'acétyle, un composé organométallique tout à fait analogue à celui que fournit ce chlorure. En le traitant par l'eau, on obtient une masse visqueuse à peu près insoluble dans l'eau, on la rectifie dans le vide, et, après des liquides peu abondants, il passe, à la température de 216°, sous une pression de 14^{mm}, un liquide qui ne tarde pas à se solidifier complètement. On purifie ce corps par plusieurs cristallisations. Il répond à la formule $(C^4H^6O)^n$; en effet, on a trouvé

		Théorie pour $(C^4H^6O)^n$.
C	68,17	68,57
H	8,78	8,57

» Sa formule est $C^{12}H^{18}O^3$; en effet, la densité de vapeur n'a pu être prise exactement à cause de la décomposition qu'il subit; mais, quand on traite sa solution alcoolique par un alcali, une molécule d'alcali se fixe sur ce composé, et les sels qui en résultent répondent à la formule $C^{12}H^{19}O^4M$, M étant un métal monoatomique. Le composé solide $C^{12}H^{18}O^3$, fusible à 107°, peut donc être considéré comme un anhydride de l'acide diacétonique butyrylbutyrylbutyrique, l'élimination d'eau se faisant à l'intérieur de la

molécule d'une manière à peu près analogue à celle qui donne lieu à la formation des lactones. L'analogie de la réaction du chlorure de butyryle sur le chlorure d'aluminium avec celle du chlorure d'acétyle est donc complète ([1]). »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Du microbe de la fièvre jaune et de son atténuation.* Deuxième Note de MM. **Domingos Freire, Paul Gibier, C. Rebourgeon.**

« Dans une première Note, présentée à l'Académie des Sciences en novembre 1884, nous avons annoncé la découverte, par l'un de nous, d'un microbe rencontré dans le sang, dans les vomissements et dans les organes d'individus morts de la *fièvre jaune*. Nous avons indiqué sa forme et son mode d'évolution dans des bouillons où il avait été cultivé, puis enfin l'atténuation de sa virulence dans ces mêmes bouillons et son inoculation comme moyen de prophylaxie. Depuis ce temps, nous avons continué ces recherches, que des moyens d'investigation plus perfectionnés nous ont permis de conduire à bonne fin.

» Quand on examine au microscope le sang d'un individu arrivé à la dernière période de la fièvre jaune, on aperçoit en assez grand nombre, entre les globules sanguins, des micrococques très fins, brillants et mobiles. Ces mêmes micrococques se rencontrent également et en plus grande quantité dans le mucus stomacal, dans la matière du vomissement noir, dans l'urine et dans la matière jaunâtre et visqueuse de l'intestin.

» Si, à l'aide d'une pipette stérilisée, on retire du cœur d'un individu venant de mourir de la fièvre jaune une petite quantité de sang et qu'on la dépose dans un ballon de culture, on observe ce qui suit : le premier jour, le bouillon devient louche, les globules sanguins se déposent dans le fond du ballon; les jours suivants, le bouillon devient de plus en plus opaque, blanchâtre d'abord puis jaunâtre à sa surface, en laissant déposer dans le fond, et adhérente aux parois, une substance d'aspect d'abord caséeux, mais qui ne tarde pas à prendre une teinte variant du brun clair au noir foncé. De plus, à ce moment, se dégage du ballon une odeur *sui generis*, qui rappelle celle du vomissement noir.

» L'examen microscopique de ce bouillon montre une prolifération

---

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

considérable de micrococques identiques à ceux qu'on rencontre dans les liquides morbides. On les voit se rattacher les uns aux autres, pour former de longues chaînettes mobiles, flexueuses et contournées dans tous les sens.

» Si, à l'aide d'un fil de platine, on ensemence ce bouillon dans un milieu de culture solide, le développement du micrococque se fait en colonie, affectant la forme d'un clou dont la pointe s'enfonce dans la masse gélatineuse et la tête s'étend à la surface. L'aspect de cette culture est particulier; le produit est blanc, brillant, vernissé; il liquéfie lentement la gélatine. Les couleurs d'aniline, notamment le chlorhydrate de rosaniline et le violet de méthyle, colorent facilement le micrococque.

» L'examen chimique des matières noirâtres formant le dépôt qu'on observe au fond de chaque ballon montre qu'elles contiennent des ptomaïnes analogues à celles qu'on retrouve dans le vomissement noir. Dans une Note spéciale, nous donnerons, du reste, une étude sur les ptomaïnes de la fièvre jaune et leur toxicité.

» La transmissibilité de la fièvre jaune aux animaux est possible par l'injection des matières morbides, ainsi que par les liquides de culture, principalement aux lapins, aux cobayes et aux oiseaux. Une longue série d'expériences nous a permis de constater ce fait.

» D'autres expérimentateurs, suivant les mêmes traces, sont arrivés à des résultats identiques. M. Rangé, médecin de 1re classe de la Marine, dans un long Rapport sur une épidémie de fièvre jaune aux îles du Salut, à la Guyane, dit avoir transmis le mal aux animaux par inoculation. Il ajoute que les moyens d'investigation lui manquaient pour définir la forme du microbe qu'il avait aperçu dans le sang des malades. Tout récemment, M. Finlay, dans une Note parue dans la *Revue scientifique*, a donné la description d'un micrococque qu'il a trouvé dans le sang des malades de fièvre jaune. Il en a également fait la culture dans des milieux solides, et la description qu'il en donne correspond aux caractères de nos préparations. M. Maurel, médecin principal de la Marine, a vu également des micrococques dans le sang des malades de fièvre jaune.

» L'observation nous a démontré que la virulence dans les bouillons de culture ne durait pas au delà de huit à dix jours. A partir de ce moment, si l'on injecte une certaine quantité de ce bouillon à des lapins ou à des cobayes, ces animaux ne meurent plus, mais ils contractent l'immunité. Il a donc été facile de préparer des bouillons à différents degrés d'atténuation pour les convertir en vaccin bénin. Nous ajoutons que le bouillon de pre-

mière culture est toujours plus virulent que le sang lui-même, mais que sa virulence s'atténue à partir du septième ou huitième jour. Nos expériences sur ce point sont très nombreuses, nous les avons déjà décrites dans la première Communication faite à l'Académie des Sciences en 1884.

» Nous devons rappeler, avant de terminer, qu'à la suite des travaux du Dr Domingos Freire sur l'atténuation du virus amaril, des inoculations avec les cultures atténuées ont été faites à Rio-de-Janeiro, *sur plusieurs milliers d'individus*. Nous présenterons très prochainement à l'Académie des statistiques appuyées sur des documents officiels et montrant les résultats obtenus à la suite de ces vaccinations. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la calorimétrie chez les enfants malades.* Note de M. **P. Langlois.**

« J'ai pu étudier, sur les enfants malades, des modifications dans la production de chaleur, en me servant du calorimètre à siphon imaginé par M. Ch. Richet et dont il s'est servi pour déterminer la quantité de calories dégagée par l'enfant sain (¹).

» Les recherches ont particulièrement eu pour objet de chercher à résoudre cette question encore discutée : l'hyperthermie de la fièvre est-elle due à une production plus grande ou à une déperdition moindre de chaleur?

» Très peu d'expériences directes ont été faites sur ce sujet. M. Leyden (²) se borne à chercher la quantité de chaleur dégagée par la jambe ou le bras d'un fébricitant. M. Liebermeister (³) et ses élèves Kernig (⁴) et Hattwig (⁵) entreprennent, par la méthode des bains, une série d'expériences de calorimétrie totale, mais le principe même de la méthode et les causes

(¹) Ch. Richet, *Comptes rendus*, 18 juin 1885.

(²) Leyden, *Deutsche Archiv.*, 1869.

(³) Liebermeister, *De la régulation dans la production de chaleur* (*Deutsche Klinik*, 1859); *Recherches sur les changements quantitatifs de la chaleur animale* (*Arch. Reichert*; 1860-1862).

(⁴) Kernig, *Contribution à l'étude de la régulation de chaleur* (*Thèse-Dorpat*; 1864).

(⁵) Hattwig, *Causes de l'élévation de température dans les fièvres* (*Thèse-Berlin*; 1869).

d'erreur qu'elle entraîne ont soulevé de nombreuses et sérieuses objections. M. Winternitz [1] en a fait une critique très approfondie.

» Par suite des dimensions de l'œuf calorimétrique de M. Ch. Richet, je n'ai pu faire porter mes observations que sur des enfants d'un poids inférieur à 12^{kg}. Elles ont toutes été prises vers la même heure (entre 9^h et 10^h30^m). La température extérieure variait entre 14° et 17°. Ces conditions sont importantes : les oscillations thermogéniques étant fonction de la température du milieu ambiant et de l'heure. Ayant établi, par une série d'observations, qu'un enfant sain de 7^{kg} à 10^{kg} dégage, par heure et par kilogramme, 4000^{cal} environ, chiffre qui concorde avec les dix-huit observations de M. Ch. Richet, j'ai cherché les modifications produites par la maladie dans la production de chaleur. En éliminant les observations qui s'écartent des conditions citées antérieurement, il en reste encore 45 susceptibles d'être comparées entre elles et qu'on peut grouper en deux tableaux, en les sériant suivant la température de l'enfant.

» II. Une première série comprend les hypothermies. Chez ces malades, presque tous athrepsiques par tuberculose ou syphilis, la production de calorique est manifestement diminuée, ainsi que le montre le Tableau suivant et la courbe construite d'après ces données :

TABLEAU A.

Numéros des observations.	Maladies.	Température rectale.	Calories par kilogramme et par heure.	Poids en kilogrammes.	Age.
XXVI.	Tuberculose...........	35°,4	2804	4k,500	17 mois.
CI.	»	35,4	2990	5	2 ans.
XXXI.	»	35,6	3150	5,200	2 ans.
XXVIII,	»	35,8	3120	4,500	17 mois.
XLIV.	»	36	3350	2	4 mois.
LXII.	Syphilis..............	36	3300	7,500	?
XXX.	Tuberculose...........	36	2720	3	17 mois.
XXIX.	»	36,2	3250	5	2 ans.
LXXIII.	Pneumonie caséeuse.....	36,2	3140	7	3 ans.
CII.	Tuberculose...........	36,4	3300	6	2 ans.
LXXIV.	Pneumonie caséeuse	36,5	3250	7,200	3 ans.
LXXX.	Tuberculose...........	36,7	3695	6	»
LXXVII.	Syphilis...............	36,8	3250	3,500	4 mois.
CIV.	Tuberculose...........	36,8	3690	7	2 ans.
CVI.	»	36,8	3500	7	2 ans.

(1) WINTERNITZ, *Influence des fonctions de la peau sur la température du corps* (*Med. Jarhrb.* de Stricker; 1875).

» Ces chiffres indiquent une diminution graduelle de la production de calorique correspondant à l'abaissement de la température rectale.

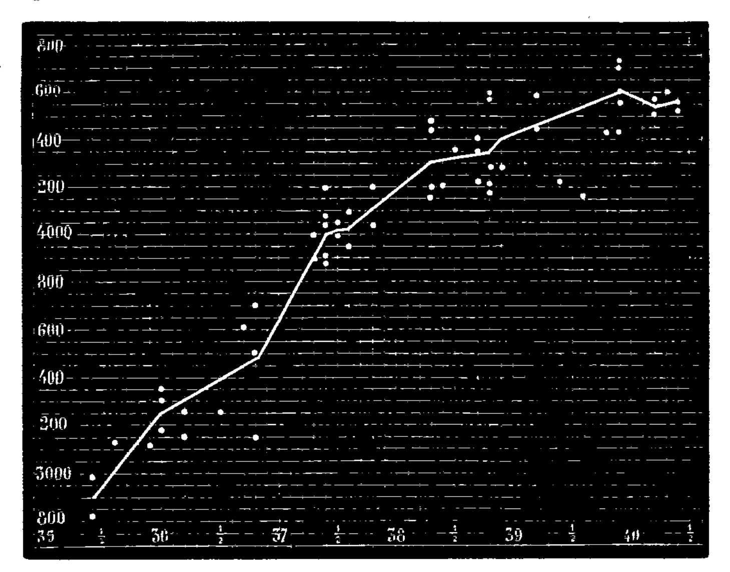
» III. La seconde série d'observations comprend des températures fébriles et sont prises sur des enfants atteints pour la plupart de broncho-pneumonie.

TABLEAU B.

Numéros des observations.	Maladies.	Température rectale.	Calories par kilogramme et par heure.	Poids en kilogrammes.	Age.
CVII.	Broncho-pneumonie.....	38°,2	4200	7k,400	3 ans.
CXX.	»	38,2	4154	4,000	1 an.
XIV.	Tuberculose...........	38,2	4460	7,500	3 ans.
CXVIII.	Broncho-pneumonie.....	38,2	4457	4	8 mois
CXVI.	»	38,4	4200	4	8 mois
XLIX.	Varicelle..............	38,5	4087	7,600	3 ans.
LXI.	Pleurésie.............	38,5	4355	6	»
CVIII.	Broncho-pneumonie.....	38,7	4350	5	2 ans.
CIX.	»	38,7	4400	4,200	2 ans.
CXIV.	»	38,7	4221	4	8 mois.
XX.	Pneumonie............	38,8	4220	10	3 ans.
XXI.	»	38,8	4257	10	3 ans.
XLI.	Broncho-pneumonie.....	38,8	4537	9	4 ans.
XLIII.	»	38,8	4560	8,900	4 ans.
XXIV.	»	38,8	4154	10	»
VI.	»	38,9	4513	6,600	3 ans.
XL.	»	38,9	4288	8	4 ans.
XLVIII.	Varicelle..............	39	3954	7,500	3 ans.
XXIII.	Broncho-pneumonie.....	39,2	4447	8	3 ans.
XXI.	»	39,2	4570	10	3 ans.
XLII.	»	39,4	4221	7	4 ans.
XXXIX.	»	39,6	4210	7200	4 ans.
CXXIII.	»	39,9	4680	5	8 mois.
CXXXIII.	»	39,9	4824	5	6 mois.
CX.	»	39,9	4800	6,500	1 an.
CXXV.	»	39,9	4600	7	18 mois.
CXXII.	»	40,2	4624	6	8 mois.
CXXIV.	»	40,2	4557	6	8 mois.
CXIX.	»	40,3	4700	7,100	18 mois.
CXI.	»	40,4	4557	6,200	1 an.

» Avec les résultats fournis par ces quarante-cinq observations prises sur des enfants à température anormale et en ajoutant treize observations faites sur des enfants bien portants, nous avons construit le graphique ci-contre.

» *Mesures calorimétriques se rapportant à divers enfants, sains ou malades, de température différente.* — Sur l'ordonnée inférieure, sont marquées les températures rectales correspondantes (de 35,5 à 40,5). Sur l'ordonnée latérale, sont indiquées les



quantités de calories produites correspondantes (de 2800 à 4800). Les chiffres en calories se rapportent à un kilogramme d'enfant.

» Chaque point correspond à une observation citée dans les Tableaux A et B.

» La courbe a été tracée d'après la moyenne arithmétique de ces différents points, disposés en groupes homogènes.

» *Conclusions.* — D'après ces observations, je crois pouvoir tirer les conclusions suivantes :

» 1° Dans les maladies chroniques, avec hypothermie, il y a diminution de production de calorique.

En prenant	4000 calories	comme chiffre normal	de	37,5
On trouve	3200	»	»	36,5
»	2900	»	»	35,5

soit une diminution de 20 pour 100 à 36,5 et de 25 pour 100 à 35,5.

» 2° Dans les maladies avec hyperthermie, il existe une augmentation sensible dans la production de chaleur.

A 38,5,	le chiffre moyen est	4300,	soit une augmentation de	10	pour 100,
A 39,5,	»	4500,	»	12	»
A 40,5,	»	4600,	»	15	»

» 3° En résumé, contrairement à l'opinion de quelques auteurs, la

thermogenèse et la température paraissent être en *corrélation directe* dans les maladies [1]. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Sur certains caractères du pouls chez les morphinomanes*. Note de MM. **B. Ball** et **O. Jennings**.

« Parmi les nombreux phénomènes qui résultent de l'usage de la morphine introduite dans l'économie par voie d'injections hypodermiques, il en est un qui n'a pas encore attiré l'attention des observateurs, et qui mérite cependant d'être signalé. En effet, il nous offre à la fois un moyen de diagnostic, une indication relative au traitement et une explication rationnelle de quelques-uns des effets produits par ce poison.

» Le pouls, étudié chez ces sujets à l'aide des tracés sphygmographiques, présente trois aspects différents.

» Pendant l'état de *satisfaction*, quand le sujet est encore sous l'influence d'une piqûre récente, faite à dose suffisante, le pouls est sensiblement normal, mais avec une légère augmentation de tension, à la fin de la systole.



» Lorsque, au contraire, le sujet se trouve en état de besoin, lorsqu'il éprouve le malaise caractéristique qui pousse irrésistiblement les malades à revenir à leur stimulant d'habitude, le tracé du pouls présente un *plateau* des plus caractéristiques, de telle sorte que la portion de la courbe qui correspond à l'impulsion systolique est absolument tronquée.



» Enfin, quand le malade a été privé de morphine pendant plusieurs

(1) Ces observations ont été prises à l'hôpital des Enfants malades et des Enfants assistés, dans les services de MM. Grancher et Sevestre.

jours, il se produit un état de fièvre, avec une augmentation de la température, qui peut atteindre et même dépasser 40°, et, sous l'influence de cette poussée fébrile, l'ampleur de la systole reparaît.

» Le *plateau* que nous venons de signaler est un indice de l'affaiblissement de l'impulsion cardiaque, et cet état de la circulation explique le sentiment de défaillance qui trouble si profondément le moral des malades; c'est dans ces conditions que s'éveille le *besoin* du stimulant d'habitude, qui constitue essentiellement la maladie.

» Chez les malades qui dissimulent leur vice, la présence de ce *plateau* dans un tracé sphygmographique constitue un élément infaillible de diagnostic.

» Enfin, le traitement doit essentiellement consister à faire disparaître l'affaiblissement de l'impulsion cardiaque et le besoin intermittent de morphine qui l'accompagne.

» Nous reviendrons sur ce point dans une Note ultérieure. »

ANATOMIE ANIMALE. — *De la signification morphologique du ganglion cervical supérieur et de la nature de quelques-uns des filets qui y aboutissent ou en émanent chez divers Vertébrés.* Note de M. **F. Rochas**, présentée par M. Milne-Edwards.

« I. Dans le but de vérifier les dispositions signalées par Müller relativement au ganglion cervical supérieur et à la portion céphalique du sympathique chez le Python, j'ai fait récemment, sur le *Python molurus*, des recherches qui m'ont conduit aux observations suivantes :

» Ce ganglion est accolé intimement au glossopharyngien, mais sans pouvoir être regardé comme un véritable renflement de ce dernier. Le glossopharyngien n'est qu'appliqué sur son bord antéro-externe, à la surface duquel il fait légèrement saillie, et peut se suivre sans qu'on en perde la trace dans la masse ganglionnaire. De simples anastomoses existent entre celle-ci et la paire cranienne. Au-dessus du ganglion, le tronc du glossopharyngien se poursuit jusqu'au ganglion jugulaire du vague, avec lequel il s'unit par une forte anastomose, et se continue jusqu'au cerveau sous la forme d'un faisceau radiculaire un peu plus épais que le reste du cordon nerveux et contenant quelques cellules ganglionnaires. Ainsi, il existe près de l'origine du glossopharyngien une dilatation ganglionnaire de ce nerf, qui est en partie confondue avec le ganglion jugulaire du vague (fait qui

n'est pas très rare chez les Reptiles) et qui est, en réalité, le ganglion pétreux. Il ne convient donc pas de désigner sous ce nom, comme Fischer et tout récemment Gaskell l'ont fait, le renflement ganglionnaire beaucoup plus volumineux, situé plus bas.

» Ce dernier ganglion est bien, comme le pensait Müller, le ganglion cervical supérieur, qui ne fait que communiquer avec les ganglions pétreux et jugulaire par la portion intermédiaire du glossopharyngien. Les rapports de position qu'il affecte avec ce dernier sont identiques, quoique plus marqués encore, à ceux qui sont observés chez les Oiseaux. Ses connexions avec les nerfs sympathiques céphaliques et les autres paires craniennes sont également les mêmes dans leurs traits généraux.

» De son bord supérieur part un rameau important qui se continue dans le crâne, où il prend le nom de *nerf vidien* (Müller) ou *palatin* (Hoffmann), au point où aboutit le filet qui le relie au facial. Ce rameau est comparé par Müller à une anastomose de Jacobson, et Hoffmann en fait un *ramus communicans internus rami palatini cum glossopharyngeo*. En réalité, il est complètement indépendant de la IXe paire et représente chez le Python le nerf carotidien céphalique des Oiseaux (tronc principal du sympathique céphalique).

» En outre, le ganglion cervical supérieur est uni au facial par deux filets, dont le supérieur se continue dans le tronc de la VIIe paire, pour s'en détacher un peu avant d'atteindre le canal vidien, et se joindre dans ce conduit osseux au nerf vidien. Cette dernière portion est comparée par Müller à un pétreux supérieur. Et l'ensemble du cordon nerveux est appelé par Hoffmann *ramus communicans externus rami palatini cum glossopharyngeo*. Je signalerai encore ici l'indépendance de ce nerf par rapport à la IXe paire, et je le regarderai comme étant l'équivalent d'une partie du temporolacrymal des Oiseaux. Seulement, au lieu de suivre un trajet indépendant jusqu'au niveau de son anastomose avec le nerf maxillaire supérieur, il s'accole dans le canal vidien au nerf palatin ou vidien, pour s'en détacher ensuite et se réunir de là à la seconde branche du trijumeau, très près du ganglion de Gasser. La portion libre de ce nerf, étendue du facial au nerf vidien, ne représente qu'en partie l'équivalent du filet qui chez les Oiseaux unit le facial au nerf que j'ai appelé *palatin* ou *vidien*. Ce filet chez les Oiseaux est en totalité un nerf pétreux.

» Par sa partie inférieure, le ganglion cervical supérieur émet, chez le Python, un rameau qui, d'après Müller, accompagne l'artère carotide et présente, à quelque distance de son origine, un renflement ganglionnaire.

C'est là le représentant du nerf carotidien cervical des Oiseaux. Sur l'exemplaire de Python que j'ai disséqué, je n'ai pas retrouvé cette disposition. Le nerf dont il s'agit, au lieu de suivre l'artère carotide, se jette dans le vague où on le perd. Cette variété, dans la disposition du même filet, est un argument en faveur de l'analogie qui existe entre le filet carotidien cervical des Oiseaux et le sympathique superficiel du cou chez les Mammifères, lequel, comme on sait, se confond souvent sur une grande partie de son étendue avec le vague.

» II. Cette analogie est encore indiquée par ce fait que le nerf carotidien cervical des Oiseaux aboutit, comme je l'ai constaté quelquefois chez l'Oie, à un des ganglions sympathiques du plexus brachial (disposition déjà signalée chez d'autres Oiseaux). Le plus souvent, ce nerf ne peut se suivre jusqu'en ce point, mais il est toujours uni par des filets transversaux avec un ou plusieurs ganglions de la chaîne sympathique du canal vertébral.

» J'ai vérifié chez l'Oie ce fait déjà constaté dans d'autres genres. A chacun des points de jonction de ces filets transversaux avec le nerf carotidien cervical se trouve un petit ganglion.

» Si l'on suppose les deux nerfs fusionnés sur la ligne médiane (et cette fusion existe au moins en partie chez quelques Oiseaux), on a une disposition qui est tout à fait celle décrite chez les Crocodiles par Gaskell et H. Gadow, sous le nom de *sympathique impair* (collatéral ou périphérique, et homologue d'un splanchnique).

» Ce cordon périphérique, d'où partent, chez les Oiseaux, des filets disposés en plexus autour de la carotide, fait donc communiquer ensemble deux portions de la chaîne principale ou proximale (basale ou latérale de Gaskell et Gadow) du sympathique. Quand celle-ci est interrompue, il en rétablit la continuité par une voie détournée (Mammifères); et tous les filets vasomoteurs, vasodilatateurs, etc., qui proviennent de la partie supérieure de la moelle thoracique, suivent ce chemin pour regagner la chaîne sympathique principale au niveau du ganglion cervical supérieur. Quand le cordon proximal ou basal se continue sans interruption jusqu'à ce dernier, il est probable qu'il contient les vasomoteurs, etc., destinés à la région céphalique. Ce fait est exact chez les Crocodiles, où l'excitation du sympathique impair n'a aucune action sur la pupille (Gaskell et Gadow).

» Cette suppléance, chez les Mammifères, du nerf vertébral par le sympathique cervical superficiel, déjà entrevue par F. Franck, semble

prouvée par l'Anatomie et la Morphologie. Mais, tandis que les ganglions cervicaux inférieur et moyen sont des ganglions périphériques, le cervical supérieur doit être considéré comme un ganglion proximal ou basal, contrairement à ce qu'a soutenu récemment Gaskell, qui le regarde comme un ganglion distal. C'est en réalité un double ganglion dérivant seulement des ganglions pétreux et jugulaire.

» Enfin, l'Anatomie démontre qu'il ne résulte jamais de la fusion de ganglions dérivant, soit des paires rachidiennes supérieures, soit de l'hypoglosse. Près de l'origine de ce dernier se rencontre quelquefois, en effet, un ganglion sympathique bien marqué, situé au point de jonction du cordon sympathique avec ce nerf. Il est très développé sur une de mes préparations de Cygne, où il correspond exactement à celui que van Wijhe a figuré près de l'origine de l'hypoglosse chez les Sélaciens. Je ferai remarquer, en passant, que la présence de ce ganglion doit faire admettre pour l'hypoglosse une racine postérieure, contrairement à l'opinion de cet anatomiste (1). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les fonctions des canaux semi-circulaires.* Note de M. C. Viguier. (Extrait.)

« M. Yves Delage a communiqué à l'Académie, le 26 octobre 1886, les résultats d'une série d'expériences entreprises en vue de déterminer les fonctions des canaux semi-circulaires. Cette Note faisant prévoir la publication d'un Mémoire plus étendu, il était nécessaire d'attendre ce travail pour se faire une idée nette des recherches de l'auteur. Le Mémoire vient de paraître (2); je demande à l'Académie la permission de faire quelques réserves sur quelques-unes des assertions qui y sont émises.

» .... Je crois avoir énoncé le premier, il y a cinq ans déjà (3), la théorie qui attribue principalement à des notions fournies par les canaux semi-circulaires la faculté possédée par beaucoup d'animaux, et même par

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

(2) *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, vol. IV, 2e série.

(3) Mon travail a paru d'abord dans la *Revue philosophique* du 2 juillet 1882; il a été l'objet de divers articles bibliographiques, en France et à l'étranger; enfin il a été reproduit *in extenso* dans la *Revue internationale des Sciences* (numéros de septembre et octobre 1882, p. 255 et 361).

certains hommes, de revenir directement à leur point de départ après des détours multipliés en pays inconnu. Il est impossible de trouver dans l'ouvrage de Charlton Bastian ([1]), que cite seul à ce sujet M. Delage, et que je connaissais fort bien pour l'avoir traduit, un seul passage où cette faculté soit attribuée directement aux canaux. On y voit seulement, ainsi que je l'ai signalé (p. 29 de mon Mémoire), admise comme possible une relation entre le sens de l'orientation et le sens de l'espace, quels que puissent être du reste les organes de celui-ci : canaux semi-circulaires ou simples ou otocystes ([2]).

» M. Delage apprécie fort sévèrement l'idée de de Cyon, d'attribuer la notion d'espace à un sens particulier. Or on trouve (p. 28 à 30 de mon Mémoire), une discussion de cette théorie, et les arguments de divers auteurs qui ont reconnu que notre notion d'espace dérive de données fournies par plusieurs sens.

» Ce n'est donc pas en partant de cette conception erronée d'un *sens de l'espace*, comme le dit M. Delage (p. 613), qu'a été édifiée, en sa forme actuelle, la théorie d'un *sens de l'orientation* dépendant directement des canaux semi-circulaires.

» Me sera-t-il permis d'ajouter encore que le point véritablement intéressant, c'est-à-dire le mode d'excitation *physiologique* des canaux, ne me paraît pas avoir été aucunement élucidé par les recherches de M. Delage. Après avoir conclu que tout se passe *comme si* l'endolymphe pouvait se mouvoir librement à l'intérieur des canaux membraneux, ce qui est la théorie de Brener et de Crum Brown, M. Delage arrive à reconnaître qu'il ne saurait en être ainsi, vu les dimensions de ces canaux, et que le *modus agendi* de l'organe est encore à établir (p. 583). C'est exactement la conclusion à laquelle j'étais arrivé il y a cinq ans.

» Quant à la théorie que je proposais alors, et qui permettrait d'expliquer non seulement les sensations de rotation, auxquelles s'est exclusivement attaché M. Delage, mais aussi la faculté d'orientation, je ne puis que renouveler aujourd'hui les réserves formelles que je faisais à la fin de mon travail, les circonstances ne m'ayant pas encore permis d'exécuter les expériences projetées, et que j'indiquais en partie. Mais, comme le Mémoire de M. De-

---

([1]) *Le cerveau, organe de la pensée*, vol. XL de la *Bibliothèque scientifique internationale*.

([2]) *Voir* non seulement les pages 165 à 170 citées par M. Delage, mais aussi la page 51.

lage ne me paraît contenir aucun fait ou aucun argument qui puisse justifier l'affirmation que les canaux ne sont point l'organe d'un sens de l'orientation, je ne vois nulle raison pour renoncer à mes idées, tant qu'il n'aura pas été prouvé, d'une manière positive, ou bien que les variations du magnétisme terrestre sont sans action sur les canaux, ou bien que ces organes sont réellement excités physiologiquement par les mouvements de la tête, et ne le sont que par eux. Jusque-là, je ne vois pas non plus qu'il y ait intérêt à reprendre une discussion qui ne saurait aboutir à des résultats utiles. »

PÉTROGRAPHIE. — *Étude pétrographique d'un gabbro à olivine de la Loire-Inférieure.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Sur la rive droite de la Sèvre, près de la commune du Pallet (Loire-Inférieure), on trouve au milieu des micaschistes granulitisés plusieurs masses arrondies d'une roche noire désignée par les auteurs locaux sous le nom de *diorite diallagique*. Cette roche est tantôt à grains fins, tantôt, au contraire à larges éléments, parmi lesquels on distingue facilement à l'œil nu de grandes lames à éclat métalloïde de diallage, des plages d'un feldspath triclinique et de magnétite titanifère.

» Je dois à l'obligeance de M. Baret une série d'échantillons qui m'a permis de constater que cette roche était des plus intéressantes au double point de vue du type pétrographique auquel elle appartient et des particularités minéralogiques présentées par quelques-uns des minéraux qui la composent.

» C'est un *gabbro labradorique à olivine* et *à structure ophitique*. Les éléments qu'il renferme, variables dans leurs proportions relatives suivant les échantillons, se présentent dans l'ordre de consolidation suivant :

» I. Magnétite titanifère, apatite, olivine, exceptionnellement grenat, labrador.

» II. Plages ophitiques de labrador et de diallage.

» III. Amphibole brune d'ouralitisation, amphibole verte (actinote), chlorites, biotite, pyrrhotine.

» L'élément le plus intéressant est l'*olivine :* elle forme des grains sans forme géométrique extérieure, mais présentant d'une façon presque constante des macles qui n'ont pas été encore, à ma connaissance, signalées dans cette espèce.

» Deux cristaux sont maclés suivant a^1(101), avec axe de rotation perpendiculaire et rotation de 180°; leur association donne lieu à deux angles

rentrants (face de la zone ph^1) dans lesquels viennent se grouper parfois deux nouveaux cristaux en contact avec les premiers par une face de la zone pg^1 (001)(010). Cette curieuse association en croix sera ultérieurement étudiée en détail.

» L'olivine est disséminée dans la roche d'une façon irrégulière, tantôt entourée par le feldspath, tantôt incluse dans le diallage. Dans le premier cas, elle présente une zone périphérique d'amphibole alternativement incolore et verte; la zone interne de cette couronne est blanche, la plus externe est formée de petites aiguilles vertes libres et arrondies à leur extrémité. Leur allongement est positif; elles possèdent un faible pléochroïsme et deux axes optiques très écartés autour d'une bissectrice négative normale à l'allongement; le plan des axes optiques est parallèle à cet allongement. La biréfringence, la réfringence de ces cristaux permettent de les rapporter avec assurance à l'amphibole. Bien que signalée déjà par quelques auteurs, cette transformation périphérique de l'olivine en amphibole reste un fait rare.

» L'olivine incluse dans le diallage est toujours complètement protégée contre l'altération amphibolique, et lorsqu'un cristal de cette substance n'est entouré que partiellement par le diallage, la portion qui fait hernie présente seule son auréole amphibolique habituelle. Ce fait prouve que ces couronnes amphiboliques se sont produites postérieurement à la consolidation de la roche, et que par suite elles sont de nature secondaire.

» Ces auréoles, formant des sortes de houppes vertes, s'étalent, se rejoignent et décrivent dans la roche des courbes sinueuses englobant tous les grains d'olivine. Quelques transformations serpentineuses de l'olivine sont à signaler en outre.

» Le feldspath est du *labrador :* il en possède les propriétés optiques et la composition chimique; il présente l'association des macles suivant les lois de *Carlsbad*, de l'*albite* et de la périkline. Il existe, soit en plages granitoïdes, soit en cristaux allongés suivant l'arête pg^1 (001)(010), et englobés par le diallage (*structure ophitique*).

» Le *diallage* renferme ses inclusions brunes ordinaires couchées dans h^1 (100) et allongées normalement à l'arête ph^1 (001)(100). Le diallage est le dernier élément consolidé de la roche, il englobe tous les autres minéraux et ne possède pas de contours qui lui soient propres. Toute sa périphérie au contact du labrador est transformée en une bande brune pléochroïque de *hornblende*. Dans les portions de la roche très altérées,

cette amphibole d'ouralitisation et tous les éléments ferromagnésiens sont épigénisés par de l'actinote verte et de la trémolite incolore.

» Le mica noir, parfois largement développé, se forme autour de la magnétite ou au milieu du diallage altéré.

» La magnétite est fréquemment entourée d'une fine couronne verte d'amphibole analogue à celle de l'olivine.

» En résumé, la roche du Pallet est l'équivalent des gabbros à olivine si largement développés dans la Norvège méridionale et quelques autres régions, mais que l'on n'avait pas encore signalés en France. »

LITHOLOGIE. — *Examen minéralogique du fer météorique de Fort-Duncan (Texas).* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« La collection des météorites du Muséum d'Histoire naturelle vient de s'enrichir d'un bel échantillon provenant de la masse de fer météorique découverte, en 1882, près de Fort-Duncan, Maverick-County, au Texas. Les caractères de cette météorite sont intéressants. L'échantillon qui figure dans notre grande collection nationale est une plaque séparée à la scie, épaisse d'un centimètre et dont le contour, rectiligne d'un côté, est semi-elliptique de l'autre. Sa longueur est de 240^{mm} et sa plus grande largeur de 85^{mm}. Elle pèse 610^{gr}, et présente une sonorité remarquable.

» Sur la partie courbe de son contour subsistent des vestiges de la croûte, noire et mate, acquise durant la traversée atmosphérique. A l'intérieur, le métal est d'un gris d'étain et possède un éclat soyeux très caractéristique. Une cassure montre, à côté de la surface polie, à quel point la matière est cristalline et clivable. Au sein du métal sont des inclusions dont les plus nettes consistent, les unes en bâtonnets couleur d'argent, les autres en amas d'un brun de tombac.

» Il est impossible d'examiner un instant ce fer de Fort-Duncan sans être frappé de sa ressemblance extérieure avec la célèbre masse tombée, le 14 juillet 1847, à Braunau, en Bohême. Une analyse rapide, exécutée sur un fragment d'un peu moins de 1^{gr} qui s'était séparé par le choc, suivant une fissure du clivage, m'a donné :

Fer	92,02
Nickel (avec traces sensibles de cobalt)	6,10
Résidu insoluble	1,80
	99,92

c'est-à-dire des chiffres tout à fait voisins de ceux que Duflos et Fischer ([1]) ont donnés pour Braunau. Le résidu tout cristallisé présente beaucoup de prismes reconnaissables, à première vue, pour la variété de *schreibersite* connue sous le nom de *rhabdite* et qui abonde également dans le fer bohémien.

» La densité est égale à 7,699 ; on admet 7,714, d'après Reinert, pour Braunau.

» Il est bon d'insister sur l'identité de ces deux masses, qu'il serait impossible de distinguer d'après des échantillons dont on aurait confondu les étiquettes.

» Ajoutons que les inclusions d'un brun de tombac apportent une analogie de plus. Elles sont formées, pour la plus grande partie, de pyrrhotine de sulfure de fer magnétique, Fe^7S^8 ; mais il est manifeste que, dans le fer de Fort-Duncan, ce minéral est, par place, associé à une matière toute différente. Celle-ci, d'un gris de graphite, forme, dans la pyrite magnétique, des bandes et des amas très visibles. Ses caractères extérieurs, comme les essais chimiques que j'ai pu faire malgré la très petite quantité disponible, prouvent qu'il s'agit de ce sulfure de chrome que M. Shepard a, le premier, désigné sous le nom de *schreibersite*, que Haidinger a proposé d'appeler *shepardite* et que Lawrence Smith a si complètement étudié sous le nom de *daubréelite*. Nous avons au Muséum les échantillons mêmes du regretté chimiste américain, de sorte que l'identification est certaine.

» En présence de ce résultat, j'ai voulu savoir si la *daubréelite* ne contribuerait pas aussi à l'identité avec le fer de Fort-Duncan du fer de Braunau dans lequel elle aurait passé inaperçue. Je n'ai pas tardé à reconnaître, dans la pyrrhotine, des grains isolés dont l'apparence est parfaitement d'accord avec cette supposition, et je crois qu'on doit attribuer au sesquisulfure de chrome la plus grande partie au moins de ce métal, que Duflos et Fischer ont reconnu en très grande proportion dans leur analyse de la rhabdite de Braunau.

» Il faut mentionner, en terminant, le contour polygonal, généralement rhombique, des masses de pyrrhotine de Fort-Duncan comme contrastant avec la forme si arrondie, parfois même circulaire, des amas sulfurés dont sont traversés fréquemment les fers météoriques. »

([1]) *Poggendorff's Annalen*, t. LXXII, p. 170 et 475, et t. LXXIII, p. 390.

M. E. **Gautrelet** adresse une réclamation de priorité, relative aux conclusions formulées par MM. *A. Müntz* et *Ch. Girard*, dans leurs études sur le Topinambour.

Ces conclusions seraient identiques, d'après l'auteur, à celles qu'il a publiées lui-même, le 22 juillet 1883, dans « l'Indicateur commercial de Sablé (Sarthe) ».

M. **Guyot-Daubès** adresse une Note sur le mascaret, observé à Caudebec, le 11 mars 1887.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 MARS 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome XXIX des *Mémoires des Savants étrangers* est en distribution au Secrétariat.

THERMOCHIMIE. — *Sur la bombe calorimétrique et la mesure des chaleurs de combustion;* par MM. **Berthelot** et **Recoura**.

« 1. MM. Berthelot et Vieille ont fait connaître une méthode nouvelle [1] pour la mesure des chaleurs de combustion des composés organiques, méthode qui consiste à les brûler instantanément à volume constant dans l'oxygène comprimé à 24 atmosphères, au sein de la bombe calorimétrique, déjà employée par M. Berthelot dans la mesure de la cha-

[1] *Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. VI, p. 546, et t. X, p. 433.

leur de combustion des gaz ([1]). Il paraît utile de faire connaître les améliorations introduites depuis lors dans le fonctionnement de cet appareil, dont il existe aujourd'hui trois exemplaires, mis en œuvre dans trois laboratoires indépendants et par des opérateurs distincts, travaillant sous la direction de M. Berthelot, savoir : le laboratoire du Dépôt central des Poudres et Salpêtres, où l'appareil a été inventé d'abord, avec le concours de M. Vieille; le laboratoire privé de M. Louguinine, et le laboratoire du Collège de France, avec le concours de M. Recoura. Les résultats obtenus séparément sur une même substance, dans ces trois laboratoires, par des opérateurs différents, concordent, comme on le dira tout à l'heure, à un demi-centième.

» Nous allons présenter aujourd'hui quelques renseignements nouveaux sur certains points délicats, tels que : la détermination de la valeur en eau de la bombe; l'étude des effets calorifiques de la compression de l'oxygène dans la bombe; enfin la présence de traces de gaz ou vapeurs combustibles dans l'oxygène.

» 2. *Valeur en eau de la bombe.* — La bombe se compose de plusieurs pièces, formées par l'assemblage de trois métaux : platine (intérieur); acier; laiton (tête de la vis-robinet). On peut en évaluer la valeur en eau, soit d'après le poids et la chaleur spécifique de ces divers métaux, soit d'après des mesures directes. Ces dernières mesures ont été exécutées par trois procédés :

» 1° En brûlant dans la bombe, au sein du calorimètre, deux poids différents de la même matière, dont l'un double ou triple de l'autre. Les résultats thermométriques mesurés fournissent une équation renfermant comme inconnue la valeur en eau de l'appareil.

» 2° En introduisant dans le calorimètre rempli d'eau, et contenant la bombe, une quantité de chaleur exactement connue, par exemple en y versant un poids d'eau déterminé, possédant une température connue;

» 3° Ou bien un poids connu d'acide sulfurique concentré.

» Une expérience antérieure, faite avec un autre échantillon du même acide, versé dans le calorimètre contenant de l'eau seulement, le rapport de l'acide à l'eau étant identique, permet d'évaluer avec une précision extrême la quantité de chaleur ainsi introduite; cette évaluation est d'ailleurs indépendante de la connaissance exacte du titre de l'acide. L'acide peut être versé dans l'eau qui environne la bombe, ou bien introduit dans de

---

([1]) Même Recueil, 5e série, t. XXIII, p. 160; 1881.

l'eau placée à l'avance à l'intérieur de la bombe; procédé préférable en principe, mais moins exact en pratique, à cause de la lenteur avec laquelle s'opère la communication de la chaleur entre les deux masses d'eau, séparées par une paroi métallique.

» Dans tous les cas, la quantité connue de chaleur que l'on a introduite se trouvant répartie à la fin entre le calorimètre et la bombe, il est facile de calculer la valeur en eau de celle-ci. Ces divers procédés donnent, en définitive, des résultats concordants. Nous nous bornerons à citer les chiffres suivants :

Valeur en eau de la bombe, déterminée par le procédé 2°; moyenne...	343gr,9
Valeur en eau de la bombe, déterminée d'après la chaleur spécifique [1] et le poids des métaux qui la constituent...	344gr,7

» La différence 0,8 est insignifiante, la masse totale réduite en eau qui intervient dans les expériences atteignant 2000gr environ.

» 3. *Effets calorifiques de la compression de l'oxygène dans la bombe.* — Cette compression s'effectue à l'aide d'une pompe construite par M. Golaz. Le gaz est transmis par des fils de cuivre creux, conformément aux usages suivis autrefois par Regnault. Avant la compression, on suit la marche du thermomètre :

min	°	
0	3,92	Refroidissement normal, 0°,002 par minute.
5	3,91	
10	3,90	
15	3,89	

» On comprime l'oxygène à 24atm, ce qui dure de la 15e à la 19e minute, et l'on suit le thermomètre, qui a monté :

min	°	
20	4,00	
25	4,00	
30	3,995	Refroidissement normal, 0°,002 par minute.
35	3,985	
40	3,975	
45	3,965	

---

(1) Nous avons mesuré spécialement celle de l'acier, sur un cylindre d'un métal identique à celui de la bombe. Soit, entre 8° et 12°,

$$c = 0,1097 \qquad (p = 1264^{gr}).$$

» Ainsi, dix minutes suffisent pour que la marche du thermomètre redevienne normale; ce qui s'explique en remarquant que la valeur en eau de l'oxygène (près de 8^{lit} sous la pression normale) équivaut à 3^{gr} en eau, c'est-à-dire à $\frac{1}{500}$ à peu près de la masse totale. Comme nouveau contrôle, on a laissé l'oxygène s'échapper, ce qui a abaissé la température :

min	°	
50..........	3,855	
55..........	3,835	Refroidissement normal, 0°,002.
60..........	3,825	
65..........	3,815	

» Il suffit donc d'abandonner le système à lui-même pendant dix minutes, après la compression, pour pouvoir opérer ensuite avec sécurité.

» 4. *Présence de matières combustibles dans l'oxygène.* — L'oxygène pourrait contenir quelques traces de matière combustible, provenant soit de matières organiques introduites par accident dans la décomposition du chlorate de potasse, comme M. Stohmann l'a observé; soit de la présence des huiles employées à lubrifier les pistons de la pompe à compression.

» Pour prévenir les projections d'huile en gouttelettes, nous avons interposé entre la pompe et le fil de cuivre creux un cylindre rempli de fines toiles métalliques superposées, que l'on visite de temps à autre. Mais il reste un doute relativement aux vapeurs, provenant de l'action de l'huile sur l'oxygène, surtout comprimé à 24 atmosphères. L'oxygène garde, en effet, une odeur, presque insensible d'ailleurs, en sortant de la pompe.

» Nous nous sommes assurés, avec M. Vieille, que cette cause d'erreur était négligeable : en opérant la combustion d'un même corps au moyen de l'oxygène comprimé, d'une part, avec la pompe de Golaz et, d'autre part, avec la pompe à mercure de M. Cailletet, les résultats ont été identiques. Pour plus de certitude, nous avons cru utile depuis, avec M. Recoura, d'interposer sur le trajet du gaz, avant son entrée dans la bombe, un gros tube de cuivre rouge, long de 300^{mm}, épais de 25^{mm}, avec un canal intérieur de 5^{mm}. Ce tube est chauffé au rouge, pendant la traversée de l'oxygène, de façon à assurer la combustion des traces de vapeurs combustibles, à la fois par l'oxygène échauffé et par l'oxyde de cuivre qui se forme spontanément sur les parois intérieures du tube. Cette opération enlève en effet à l'oxygène toute odeur.

» Dans deux expériences spéciales, nous avons pesé l'acide carbonique,

ainsi produit par les 8 litres de gaz que renfermait la bombe. Nous avons trouvé :

Première expérience	$0^{gr},0029$	CO^2.
Seconde expérience	$0^{gr},0036$	

» Cette dose répond à 0,001 de carbone environ : quantité qui serait à peu près négligeable dans des expériences faites sur 0,500 à 1,000 de carbures d'hydrogène. Cependant nous avons pris soin, dans toutes nos expériences nouvelles, de faire passer l'oxygène comprimé à travers le tube de cuivre porté au rouge, avant son entrée dans la bombe; au delà, il reprend la température ambiante, en traversant le fil de cuivre creux, disposé en serpentin et immergé dans un vase plein d'eau. Cette précaution ne complique en rien les appareils de mesure.

» Les traces d'acide carbonique introduites par cette opération préalable ne donnent évidemment lieu à aucune erreur calorimétrique, dans la mesure de la chaleur de combustion.

» 5. *Mesures comparatives des chaleurs de combustion.* — Ces mesures ont été exécutées sur le rétène et sur la naphtaline.

» *Rétène.* — MM. Berthelot et Vieille ont donné, dans une publication précédente, la chaleur de combustion du rétène, mesurée avec l'appareil du Dépôt central des Poudres et Salpêtres : soit, pour 1^{gr} : $9^{Cal},9255$ (moyenne de quatre déterminations). MM. Berthelot et Recoura ont obtenu avec l'appareil du Collège de France, pour 1^{gr} : $9^{Cal},917$ (moyenne de trois déterminations). L'écart n'atteint pas un millième.

» *Naphtaline.* — 1° MM. Berthelot et Vieille ont obtenu avec l'appareil du Dépôt central :

Pour 1^{gr}................ $9^{Cal},7181$ (moyenne de 3 déterminations).

» 2° M. Louguinine, travaillant dans son propre laboratoire, a obtenu :

1er échantillon de naphtaline. — Pour 1^{gr}...	$9^{Cal},757$	(4 déterminations)	$9^{Cal},763$
2e échantillon » Pour 1^{gr}...	$9^{Cal},767$	(4 déterminations)	

» 3° Enfin, M. Recoura a obtenu au Collège de France :

Pour 1^{gr}................ $9^{Cal},664$ (2 déterminations)

» Ces trois séries donnent donc :

	Cal
	9,718
	9,763
	9,664
Moyenne..........	9,715

» Les déterminations individuelles ne s'écartent pas de plus d'un demi-centième de la moyenne. Cette concordance a été obtenue par des opérateurs distincts, dont quelques-uns sont encore aux débuts de l'emploi de la méthode : nul doute que, d'ici à peu de temps, la concordance entre des opérateurs plus exercés n'atteigne une précision au moins double de celle-là. Ajoutons que cette méthode, déjà appliquée par nous aux gaz et aux corps peu volatils, peut être étendue, par des artifices faciles, à tous les composés volatils : c'est donc une méthode universelle. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les tourbillons aériens.* Lettre de M. D. COLLADON.

« Genève, le 26 mars 1887.

» J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que j'ai pu exécuter en petit, le 25 du courant, à l'atelier de construction des instruments de Physique de Plainpalais, à Genève, l'expérience indiquée dans ma Note datée du 3 mars, publiée dans le n° 10 des *Comptes rendus*, p. 649.

» Cette expérience démontre qu'il peut exister dans un liquide un tourbillon à axe vertical et à mouvement ascensionnel.

» Dans un grand bocal en verre, ayant $0^m,50$ de hauteur et environ $0^m,28$ de diamètre, rempli d'eau, j'ai fixé un petit mécanisme destiné à produire à moitié hauteur du bocal un mouvement rotatif rapide à axe vertical.

» Cet effet est obtenu par six petits tubes horizontaux équidistants, lançant de l'eau sous une pression de 5^{atm}, par des ouvertures de 1^{mmq}, tangentiellement à une circonférence concentrique à l'axe du bocal, ayant environ $0^m,03$ de diamètre; le niveau de l'eau dans le bocal est maintenu constant pendant l'expérience à l'aide d'un siphon d'écoulement qui débite la même quantité d'eau que celle introduite dans le bocal par les six petits jets susdits.

» Pour rendre visibles les mouvements de l'eau, j'ai donné la préférence, après quelques essais, à la sciure de bois suffisamment fine.

» L'appareil étant mis en jeu, on voit, au bout de quelques secondes, deux petites trombes simulant très bien la forme habituelle des trombes marines ou terrestres; celle qui se forme dans la moitié supérieure du bocal a un mouvement descendant, mais celle qui se voit dans la moitié inférieure du bocal a un mouvement ascendant rendu parfaitement visible par les fragments de sciure entraînés par les filets liquides.

» Il est donc impossible d'affirmer que, dans les tourbillons d'eau à axe vertical, il ne peut exister qu'un mouvement de haut en bas le long de cet axe, puisque, dans un réservoir plein d'eau, on peut produire et rendre visible un mouvement tourbillonnaire doué d'un mouvement ascensionnel. On peut en conclure, à plus forte raison, qu'il peut et qu'il doit exister dans l'air des mouvements tourbillonnaires à axe vertical doués d'un mouvement ascensionnel dans leurs parties voisines du sol.

» J'ai reçu de M. Weyher, postérieurement à ma Note sur les tourbillons du du 3 courant, l'avis qu'il a aussi obtenu dans des bocaux pleins d'eau des mouvements tourbillonnaires ascendants par des procédés qui diffèrent de celui que je viens de décrire et de ceux que je compte essayer très prochainement.

» Je fais préparer un très grand réservoir dans lequel je me propose de comparer les effets obtenus par l'anneau à six jets décrit ci-dessus et ceux qui sont produits par un agitateur à palettes et à mouvement rotatif autour d'un axe vertical, lorsque cet agitateur est plongé dans un liquide jusqu'à la moitié de sa profondeur.

» J'aurai l'honneur d'adresser plus tard à l'Académie le résultat de ces essais comparatifs et un dessin représentant l'appareil employé. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la variation de solubilité des corps avec les quantités de chaleur dégagées.* Note de MM. G. Chancel et F. Parmentier.

« Nous avons étudié (*Comptes rendus*, 21 février 1887) la solubilité de l'orthobutyrate et de l'isobutyrate de chaux, et les quantités de chaleur dégagées par les hydrates de ces sels, en solution saturée et en solution étendue. Nos expériences nous ont montré qu'à une solubilité croissante avec la température ne correspond pas forcément une absorption de chaleur, de sorte que nous avons dû infirmer une des relations établies par M. H. Le Chatelier. Disons de suite que nous avons été amenés à étudier cette question, parce que cette relation de M. Le Chatelier, jointe à des lois positives de Thermochimie, nous avait amenés à des conclusions nouvelles, conclusions que ni certaines de nos expériences ni des expériences déjà anciennes n'ont confirmées. Dès lors, nous avons cherché à vérifier cette relation sur de nouvelles substances. Nos recherches sur les butyrates de chaux ont montré que la relation de M. Le Chatelier n'est pas exacte : une série la confirme, l'autre l'infirme.

» M. Le Chatelier (séance du 7 mars 1887) conteste la valeur des expériences défavorables à ses vues. Il commence par affirmer que la quantité de chaleur trouvée par nous, pour la dissolution, à saturation, de l'isobutyrate de chaux, soit $0^{Cal},6$, rentre dans les limites possibles des erreurs d'expérience.

» Nous admettrons volontiers que, dans certaines expériences, de longue durée, de production de corps volatils, de dégagements de chaleur considérables, les erreurs peuvent atteindre et dépasser ce chiffre, mais il n'en est pas de même pour les expériences visées. En tous cas, il faudrait, d'après M. H. Le Chatelier, que ce nombre, de positif, devînt négatif et eût une valeur sensible. Alors nous arriverions à des erreurs énormes et inadmissibles dans l'ordre de déterminations qui nous occupent.

» M. Le Chatelier conteste aussi l'exactitude de nos déterminations de solubilité. Il s'appuie sur ses déductions théoriques, et il affirme qu'au moment où l'isobutyrate donne, par l'évaporation de sa solution aqueuse, un hydrate différent, la courbe de sa solubilité doit présenter un point anguleux. Nous avons vainement cherché ce point qui n'existe pas; et en effet, au moment où une dissolution abandonne, par évaporation, un hydrate quelconque, cette dissolution a encore une constitution fort complexe. On est en présence de la résultante de plusieurs phénomènes superposés et non d'une discontinuité de deux phénomènes. La courbe représentative de la solubilité de l'isobutyrate de chaux est une courbe continue et ne présente pas de point de rebroussement.

» Enfin, M. Le Chatelier corrige nos données expérimentales. L'écart le plus considérable qu'il trouve, d'après ses théories, entre nos nombres et les siens est à 80°. Nous donnons, pour cette température, 28,2 : lui affirme que c'est certainement 29,8. En consultant nos registres d'expériences, nous retrouvons une détermination à cette température, et plusieurs autres à des températures voisines de quelques dixièmes de degré de celle-ci. Le nombre 28,2 est celui qu'ont donné directement nos expériences, et les autres nombres concordent parfaitement avec celui-là. Toutes nos observations concordent avec les nombres obtenus par interpolation.

» Nous donnerons tous nos chiffres dans un Mémoire plus étendu, et nous sommes persuadés que, si M. Le Chatelier reprend nos expériences, il retrouvera nos résultats. »

M. Hermite fait hommage à l'Académie, au nom de M. *Gyldén*, Correspondant de la Section d'Astronomie, d'un Mémoire publié dans les *Acta mathematica*, qui a pour titre : « Untersuchungen über die Convergenz der Reihen welche zur Darstellung der Coordinaten der Planeten angewendet werden (Recherches sur la convergence des séries qui sont employées pour exprimer les coordonnées des planètes) ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de neuf Membres qui seront adjoints à M. Mouchez, Directeur de l'Observatoire, et à M. Bertrand, Secrétaire perpétuel, pour représenter l'Académie à la Conférence internationale de Photographie céleste qui doit se réunir à l'Observatoire de Paris.

MM. Faye, Janssen, Lœwy, Tisserand, Wolf, Fizeau, Bouquet de la Grye, Cornu, Perrier réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Lallemand. — MM. Brown-Séquard, Charcot, Vulpian, Ranvier et Richet réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Sappey.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Brown-Séquard, Vulpian, Marey, Charcot et Ranvier réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et de Quatrefages.

Prix L. Lacaze (Physiologie). — MM. Vulpian, de Lacaze-Duthiers et Ranvier réunissent la majorité absolue des suffrages et seront adjoints aux Membres de la Section de Médecine et Chirurgie pour constituer la Commission. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et de Quatrefages.

Prix Gay (Distribution de la chaleur à la surface du globe). — MM. Mascart, Cornu, Becquerel, Daubrée et Fizeau réunissent la majorité absolue

des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouquet de la Grye et Faye.

Prix Montyon (Arts insalubres). — MM. Peligot, Schlœsing, Fremy, Debray et Troost réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Hervé Mangon et Larrey.

Prix Trémont. — MM. Phillips, Bertrand, Faye, Janssen et Vulpian réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lévy et Hermite.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Extraits de divers Rapports du Service local du Génie sur les effets du tremblement de terre du 23 février 1887*, communiqués par M. le Ministre de la Guerre.

(Renvoi à la Commission.)

1° Rapport du Chef du Génie de Nice, en date du 28 février.

« Le 23 février, vers 6^h du matin, une première secousse, extrêmement violente et prolongée, s'est fait sentir; elle a été suivie, à 6^h30^m, d'une seconde secousse moins violente, mais encore très forte, et dont l'effet s'est ajouté à celui de la première. D'autres secousses se sont encore produites ce même jour, dont une assez forte à 8^h30^m du matin.

» Le bâtiment des bureaux du Génie au col Saint-Jean, orienté sensiblement nord-sud, a eu ses murs de pignon nord-sud décollés sur $0^m,01$ de largeur.

» La montagne du Barbonnet a été fendue sur toute sa hauteur par des fissures sensiblement perpendiculaires au nord magnétique et qui se reproduisent sur tous les lacets de la route militaire. Ces fissures, qui sont de $0^m,003$ au col Saint-Jean, atteignent $0^m,01$ aux lacets les plus hauts, en dessous du fort.

» Il s'est produit dans les voûtes du fort de nombreuses fissures, orientées, d'une manière générale, dans l'une des deux directions nord-sud ou est-ouest.

» Une fente générale s'étend sur toute la longueur du fort dans le sens nord-sud, aussi bien dans les terrassements supérieurs que dans le ter-

rain, les escarpes et contrescarpes. Elle part de la cour triangulaire nord, suit la clef de voûte du passage central nord avec une largeur de $0^{\mathrm{m}},01$, puis la clef du passage central sud avec une largeur de $0^{\mathrm{m}},016$; ensuite elle a décollé, de la tête de l'escalier de la tourelle sud, la voûte et le pied-droit sud du carrefour de cette même tourelle sur $0^{\mathrm{m}},025$ de largeur. La fissure se poursuit dans les terrassements de la batterie sud jusqu'à l'escarpe sud, où elle a $0^{\mathrm{m}},045$ de largeur au sommet de l'escarpe; enfin elle se reproduit avec $0^{\mathrm{m}},01$ de largeur sur la contrescarpe opposée.

» La direction de cette fente générale passe par le village de Castillon, qui a particulièrement souffert, et par la ville de Menton, qui a également été fortement éprouvée.

» Le magasin à poudre, orienté suivant cette même orientation nord-sud, et le magasin aux agrès attenant ont été sensiblement endommagés; dans le vestibule, le rein est est fendu sur $0^{\mathrm{m}},01$ de largeur; dans la chambre aux poudres, deux fissures de $0^{\mathrm{m}},006$ des deux côtés de la clef viennent converger vers l'angle sud-est, où elles se réunissent en une seule fissure de $0^{\mathrm{m}},01$, qui descend jusqu'au pied du mur dans l'angle du magasin.

» La caponnière d'entrée a aussi beaucoup souffert et présente des fissures atteignant $0^{\mathrm{m}},01$. Ce mouvement de la caponnière a entraîné un mouvement analogue dans la partie sud de la gaine de fond du casernement ouest. Il s'en est produit un semblable, avec fissures de $0^{\mathrm{m}},003$ à $0^{\mathrm{m}},004$, dans la partie sud de la gaine de fond est.

» La citerne affectée à la tourelle nord présente une fente de $0^{\mathrm{m}},01$ en travers de sa voûte supérieure, qui doit se continuer évidemment dans l'intérieur de la citerne, puisqu'on a constaté que cette citerne, qui était pleine et étanche, a baissé de $1^{\mathrm{m}},39$ en vingt et une heures.

» La citerne affectée à la tourelle sud a été moins atteinte; cependant l'eau y a baissé de $0^{\mathrm{m}},39$ en vingt-quatre heures.

» A la tourelle nord, des fissures allant jusqu'à $0^{\mathrm{m}},02$ se sont produites, suivant les directions nord-sud et est-ouest, dans la collerette en béton, dans sa grande voûte et dans le pied-droit.

» Les escarpes nord-est, nord-ouest et sud-ouest présentent des fissures, atteignant jusqu'à $0^{\mathrm{m}},03$, qui se reproduisent sur les contrescarpes. On n'a pas constaté de lézardes dans l'escarpe ni dans la contrescarpe est.

» Les casemates des casernements, qui sont orientées est-ouest, ont relativement peu souffert, de même que la caponnière sud.

» Toutes les chapes étaient parfaitement étanches et les locaux parfaitement secs; mais, depuis le tremblement de terre, l'eau qui imbibait les

remblais a paru à l'intrados de certaines voûtes et dégoutte abondamment en certains endroits. Les chambres du casernement sont restées jusqu'à présent très saines.

2° *Rapport, en date du* 13 *mars* 1887, *de M. le Général* LOYRE.

» Au fort du Barbonnet, on a examiné avec la plus grande attention tous les accidents survenus à la suite du tremblement de terre du 23 février dernier, accidents qui ont été énumérés dans un rapport du Chef du Génie, en date du 28 février 1887.

» Toutes les fissures et lézardes, sur lesquelles on a eu soin de poser des témoins, ont été relevées sur un plan du fort.

» On a constaté que les eaux qui, à la suite de la fonte des neiges, avaient pénétré dans les remblais ont causé dans presque tous les locaux des suintements se manifestant non seulement par les fissures apparentes, mais encore dans les parties où l'on n'en a pas reconnu.

» La tourelle sud n'a eu aucune atteinte; mais il n'en est pas de même de la tourelle nord.

» Les locaux qui contiennent la partie mobile et le mécanisme de cette tourelle présentent quelques lézardes peu considérables, mais aucune apparence de suintement.

» La voûte monolithe en béton de ciment qui supporte la tourelle et le pot de presse a été examinée avec la plus grande attention. On a reconnu que le joint du coussinet de cette voûte s'était ouvert suivant des fentes qui règnent sur tout le pourtour des chambres circulaires. Sur le sol horizontal, la fente n'est manifestée que par l'écaillement du ciment à la surface, tandis qu'à l'intrados l'ouverture est de 1^{mm} à 2^{mm} au plus.

» Une fissure s'est également produite suivant un diamètre; elle passe près du pot de presse; mais elle n'a, à l'intrados comme à l'extrados, que $\frac{1}{5}$ de millimètre au plus d'ouverture.

» On peut donc dire que la résistance et la solidité de cette voûte en béton ne peuvent être considérées comme sérieusement compromises. Il en est de même pour les chambres qui renferment les divers mécanismes.

» La mise en mouvement de la tourelle a été faite à bras d'hommes. On a reconnu que toutes les parties du mécanisme et du pot de presse fonctionnaient avec la plus grande facilité.

» Le magasin à poudre a été l'objet d'un examen attentif. Une lézarde qui règne dans toute la longueur de la clef se continue sur les murs du fond; de plus, ceux-ci présentent à leur jonction avec les pieds-droits de la

voûte des lézardes qui indiquent un décollement assez complet. Des fissures se voient aussi dans la voûte du vestibule.

» Des traces peu apparentes d'humidité existent aussi dans ce vestibule; mais le magasin lui-même est parfaitement sec. Cela doit être attribué à l'existence de la seconde voûte qui recouvre celle de la chambre aux poudres.

....

» Le sol sur lequel repose le fort est constitué par des blocs de nature hétérogène, de dimensions plus ou moins considérables, simplement juxtaposés, et dont les interstices sont partiellement remplis avec des matériaux plus petits, du sable, de la terre.

» Il n'est pas douteux que le tremblement de terre a causé dans cette masse des ébranlements qui ont modifié les conditions d'équilibre du sol et des maçonneries qu'on y a superposées. Et c'est à la mauvaise constitution du sol qu'il faut attribuer les accidents survenus au Barbonnet, car les autres forts de la place de Nice, construits sur des terrains plus homogènes, n'ont subi aucune dégradation.

....

» Dans la journée du 11 mars, de nouvelles secousses se sont produites; mais on n'a pas encore signalé qu'elles aient aggravé la situation du fort du Barbonnet. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du 23 février 1887, observé à Moncalieri*. Note du P. **F. Denza**, présentée par M. Fouqué.

(Renvoi à la Commission.)

« Je m'empresse de communiquer à l'Académie le diagramme tracé par le séismographe de notre observatoire pour le grand tremblement de terre du 23 février.

» Le séismographe que nous possédons est du système Cecchi; il se compose d'un parallélépipède, dont chacune des quatre faces est recouverte d'une feuille de papier enduite de noir de fumée. Chaque feuille est de $0^m,40$ de longueur, $0^m,10$ de largeur. Deux de ces faces sont placées l'une vers le sud, l'autre vers l'ouest; et au devant de chacune d'elles se trouve un pendule; celui qui est placé devant la première oscille suivant le parallèle; l'autre, placé au devant de la seconde, suivant le méridien. Le mouvement de chaque pendule est tracé sur la feuille correspondante par une pointe d'acier. Sur la face du parallélépipède placée vers l'est, une troi-

sième pointe d'acier trace les mouvements d'un poids soutenu verticalement par une spirale élastique, pour les mouvements trépidatoires. Enfin, sur la quatrième face placée vers le nord, une autre pointe d'acier trace les mouvements de deux masses de fonte soutenues par deux robustes ressorts à spirale, pour les mouvements tourbillonnaires.

» Quand l'appareil est en repos, les quatre pointes d'acier touchent l'extrémité inférieure des faces correspondantes. Lorsque a lieu un tremblement de terre, au moyen d'un contact électrique fort délicat, le parallélépipède commence à descendre, et la pointe ou les pointes mises en mouvement tracent sur les feuilles correspondantes le diagramme des oscillations éprouvées par l'appareil dont elles font partie. Les pointes qui ne se meuvent pas tracent une ligne droite.

» Le système est réglé de façon que le parallélépipède s'arrête à moitié de sa course, pouvant encore indiquer une seconde secousse. Quand le mouvement, néanmoins, est violent et prolongé, comme celui du 23 février, le parallélépipède parcourt toute sa descente. La durée de cette dernière est de quarante secondes environ, de sorte que chaque pointe parcourt $0^m,01$ à peu près par seconde. Une horloge, mise en mouvement par le même contact électrique, indique à quelle heure a commencé la secousse. Dans le tremblement de terre du 23 février, la seule feuille placée suivant le parallèle traça une courbe assez distincte et caractéristique, que j'ajoute ici. Les autres ne tracèrent que des signes indistincts : d'où il suit que le mouvement principal fut pour nous suivant le parallèle.

» Examinons un instant le diagramme ci-joint. Il est le seul de toute la région ébranlée qui marque, avec précision, la série des secousses survenues, et, quoiqu'il n'indique que ce qui a eu lieu dans notre observatoire, où le tremblement de terre n'a pas été très violent, il coïncide toutefois partiellement avec les phases que ce dernier a présentées dans les localités de la Ligurie où il a eu le plus d'énergie.

» Le diagramme représente la première secousse, la plus terrible, c'est-à-dire celle de $6^h 22^m$ du matin.

» La partie la plus basse de la courbe indique le frémissement qui a accompagné, ici et ailleurs, les premières secousses. Il a commencé à $6^h 21^m 50^s$ environ (heure de Rome). Ensuite a commencé le mouvement alterné, d'abord de l'est à l'ouest [1], puis successivement de l'ouest à l'est, trois fois de suite.

---

(1) Il est évident que la direction des traces sur le papier est inverse à la direction réelle du mouvement du bâtiment et, par conséquent, du parallélépipède.

» Avec cette première partie a coïncidé en Ligurie la première secousse

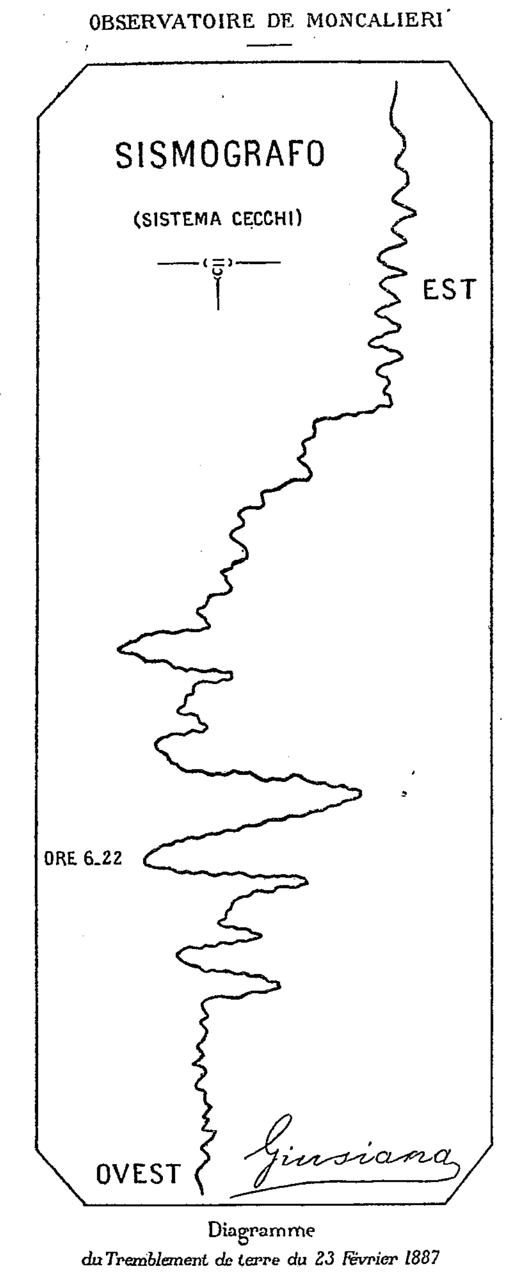


Diagramme
du Tremblement de terre du 23 Février 1887

sussultoire, qui a été la plus désastreuse. Cette période a duré six secondes.

» Après ce premier mouvement, s'est produite la plus violente secousse ondulatoire à $6^h 22^m 6^s$, d'abord de l'ouest à l'est, puis de l'est vers l'ouest, enfin de l'ouest à l'est.

» C'est à ce moment que s'est produit pour nous le mouvement le plus intense. Nous avons eu ensuite un ébranlement continu, en un sens et en l'autre, suivant le parallèle, avec un maximum à $6^h 22^m 14^s$; cet ébranlement a duré dix secondes, avec une inclinaison vers l'ouest qui a augmenté à $6^h 22^m 24^s$. Après ce mouvement, l'ondulation a cessé; il y a eu ensuite un nouveau frémissement semblable au premier, mais plus intense, et qui a eu à peu près une durée égale, c'est-à-dire de neuf secondes. A cet instant, le parallélépipède avait parcouru toute sa course : le dernier trait marqué par la pointe fait croire que le mouvement était terminé en ce moment, qui correspond à $6^h 22^m 33^s$. Après cela, le pendule a repris sa position normale. Il s'ensuit que, pour nous, la période du maximum a présenté trois renforts principaux qui ont eu lieu à $6^h 22^m 6^s$, à $6^h 22^m 10^s$ et à $6^h 22^m 14^s$, et dont la durée totale a été de vingt secondes, durée précisément attribuée à la secousse la plus forte dans la plupart des localités de notre région.

» Outre le séismographe décrit ci-dessus, l'observatoire de Moncalieri possède six séismographes enregistreurs à pendules de différentes longueurs; le plus court a $0^m,20$ de long, le plus long $1^m,20$; ils sont très sensibles et tous ont tracé des courbes elliptiques compliquées qui indiquent que, de temps en temps, il y a eu de légères déviations secondaires du nord au sud, ou plutôt vers l'ouest-nord-est et l'est-nord-est, comme je l'ai indiqué, du reste, dans ma relation précédente.

» Le tromomètre Bertelli (qui indique les petits mouvements de la terre) a été si agité qu'on n'a pu se servir de son tracé, et les indicateurs électriques et mécaniques ont marqué avec précision l'heure et la direction des secousses. »

M. **Alph. Koch** adresse une Note sur les dates des tremblements de terre observés à Nice, et formule par la loi suivante les conclusions auxquelles il a été conduit : « En un lieu donné, les chances de tremblement de terre deviennent un maximum aux environs des périodes de 19 années qui suivent un tremblement de terre observé en ce lieu. »

(Renvoi à la Commission.)

M. **Carlos Rosas Morales** adresse un Mémoire sur la théorie des tremblements de terre.

(Renvoi à la Commission.)

M. **J. Guillaume** adresse, de Peronnas, en Bresse, par l'entremise de M. J. Vinot, des documents relatifs aux tremblements de terre.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Jullien** adresse, de Montélimar, une Note sur le traitement des vignes phylloxérées « par les eaux de vidange sulfocarbonatées hydrocarburées ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Chambrelent* portant pour titre : « Les Landes de Gascogne, leur assainissement, leur mise en culture, exploitation et débouchés de leurs produits ».

2° Une brochure de M. *Eugène Rouché* intitulée : « Edmond Laguerre, sa vie et ses travaux ». (Extrait du LVIe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique.*)

M. **Hermite** annonce à l'Académie la perte que les Sciences mathématiques ont faite de M. *Georges Rosenhain*, décédé le 14 de ce mois, à Berlin. Au nom du savant géomètre s'attache une découverte capitale, obtenue en même temps par Göpel, qui en partage la gloire. C'est celle des fonctions quadruplement périodiques de deux variables qui donnent l'inversion des intégrales hyperelliptiques du premier ordre. Elle a été exposée dans un Mémoire auquel l'Académie a décerné, en 1850, le grand prix des Sciences mathématiques, et qui fera à jamais l'admiration des analystes.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la rectification des courbes planes unicursales.* Note de M. L. Raffy, présentée par M. Darboux.

« L'arc des courbes algébriques dépend en général des intégrales abéliennes. Il arrive néanmoins qu'il s'exprime algébriquement.

» M. Darboux, qui a appelé mon attention sur ce cas, m'a fait remarquer que toute courbe algébrique dont l'arc est algébrique est la développée d'une autre courbe algébrique. D'ailleurs, la développée plane de toute courbe algébrique plane a son arc algébrique.

» On peut se proposer de trouver les courbes planes unicursales dont l'arc est non seulement une fonction algébrique, mais une fonction rationnelle des coordonnées de son extrémité; c'est alors une fonction rationnelle du paramètre t qui correspond uniformément aux points de la courbe. D'après la remarque de M. Darboux, ces courbes, qu'on pourrait appeler *courbes à arc rationnel,* sont les développées des courbes unicursales dont le rayon de courbure est une fonction rationnelle du paramètre t. Nous dirons plus brièvement que les courbes à arc rationnel sont les développées des courbes *à courbure rationnelle.*

» Voici comment s'obtiennent toutes les courbes à courbure rationnelle. Ce sont les enveloppes des droites représentées par l'équation

$$(1) \qquad \beta^2 u - \alpha^2 v - 2\gamma = 0,$$

où l'on a posé

$$u = x + iy, \qquad v = x - iy,$$

et où α et β sont deux fonctions entières arbitraires et γ une fonction rationnelle arbitraire d'un paramètre t. On a ainsi, en désignant par un accent les dérivées prises par rapport à t, ces expressions des coordonnées

$$(2) \qquad u = \frac{\alpha\gamma' - 2\gamma\alpha'}{\beta(\alpha\beta' - \beta\alpha')}, \qquad v = \frac{\beta\gamma' - 2\gamma\beta'}{\alpha(\alpha\beta' - \beta\alpha')}.$$

» Les courbes à courbure rationnelle dont on se donne la classe se déduisent immédiatement de l'équation (1).

» On peut aussi chercher celles de ces courbes dont l'ordre est donné. Dans le cas des cubiques réelles, on déduit des formules (2) que u et v

doivent être des polynômes entiers en t. Il suit de là que l'arc est aussi un polynôme entier en t. Donc il n'y a d'autres cubiques à courbure rationnelle (et par conséquent à arc rationnel) que les cubiques à arc entier. Elles s'obtiennent facilement et sont toutes semblables.

» D'autre part, on peut démontrer que toute cubique unicursale à arc algébrique est à courbure rationnelle. On connaît donc toutes les cubiques unicursales à arc algébrique.

» De l'équation (1) on déduit sans peine les expressions générales des coordonnées de toutes les courbes à arc rationnel. Inversement, on peut se donner une fonction rationnelle de t, et chercher s'il existe une courbe unicursale dont l'arc soit exprimé par cette fonction : si l'on s'en tient aux courbes qui ne passent pas par les ombilics du plan, on peut toujours répondre à la question. Ce cas comprend celui où l'arc donné est entier. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des fonctions uniformes provenant des séries hypergéométriques de deux variables.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Hermite.

« Considérons les intégrales définies de la forme

$$(1) \qquad U = \int_g^h u^{b_1-1}(u-1)^{b_2-1}(u-x)^{\mu-1}(u-y)^{\lambda-1}\,du,$$

où g, h désignent deux des quantités 0, 1, x, y, ∞. Ces intégrales satisfont, pourvu qu'elles aient un sens, à un système S de trois équations linéaires du second ordre aux dérivées partielles, qui admettent trois solutions communes linéairement indépendantes. Ce système d'équations a été étudié par MM. Appell et Picard; je rappellerai le résultat suivant dû à M. Picard (*Annales de l'École Normale*, 3e série, t. II, p. 357). Appelons ω_1, ω_2, ω_3 trois solutions linéairement indépendantes du système S et formons les équations

$$(2) \qquad \frac{\omega_2}{\omega_1} = z, \qquad \frac{\omega_3}{\omega_1} = t;$$

ces équations donnent pour x et y des fonctions uniformes de z et t, toutes les fois que $\lambda + \mu - 1$, $2 - \lambda - b_1 - b_2$, et les sommes analogues, sont les inverses de nombres entiers positifs; et ces fonctions appartiennent à la catégorie de fonctions qu'il a nommées *hyperfuchsiennes*.

» Voici un autre cas particulier où les équations (2) donnent également pour x et y des fonctions uniformes de z et de t; mais, au lieu de fonctions hyperfuchsiennes, on a des fonctions quadruplement périodiques de ces deux variables. Prenons, dans les intégrales définies (1),

$$\lambda = \mu = b_1 = b_2 = \tfrac{3}{4},$$

et considérons les intégrales définies

$$(3) \qquad \int_g^h \frac{du}{\sqrt[4]{u(u-1)(u-x)(u-y)}},$$

g et h désignant deux des quantités 0, 1, x, y. Les équations linéaires du système S correspondant admettent pour intégrale particulière une constante quelconque. Choisissons deux autres intégrales particulières distinctes de ce système, ω_1 et ω_2; on démontre, par des considérations toutes pareilles à celles dont s'est servi M. Picard, que les deux équations

$$(4) \qquad \omega_1 = z, \qquad \omega_2 = t$$

donnent pour x et y des fonctions uniformes de z et de t. Pour reconnaître la nature de ces fonctions, je prends le *groupe* de substitutions relatif au système S; en choisissant convenablement les intégrales ω_1 et ω_2, les substitutions fondamentales de ce groupe seront les suivantes :

$$\Sigma_1 \begin{cases} \omega'_1 = -\omega_1, \\ \omega'_2 = \omega_2, \end{cases} \qquad \Sigma_2 \begin{cases} \omega''_1 = \omega_2, \\ \omega''_2 = \omega_1, \end{cases} \qquad \Sigma_3 \begin{cases} \omega'''_1 = \quad i\omega_2 + 2\pi, \\ \omega'''_2 = -i\omega_1 + 2\pi i. \end{cases}$$

» On en déduit immédiatement que les dérivées partielles

$$\frac{\partial z}{\partial x}, \quad \frac{\partial z}{\partial y}, \quad \frac{\partial t}{\partial x}, \quad \frac{\partial t}{\partial y}$$

n'admettent, pour un système particulier de valeurs attribuées à x et à y, que seize systèmes de valeurs distinctes; d'après la nature de leurs points singuliers, ces dérivées partielles seront, par conséquent, des fonctions *algébriques* de x, y. D'un autre côté, on connaît la forme d'un système fondamental d'intégrales du système S dans le voisinage des couples de valeurs singulières; pour les valeurs attribuées à λ, μ, b_1, b_2, ces intégrales conservent toujours des valeurs finies : ce qu'on peut, du reste, démontrer directement d'après leur expression (3). On est donc conduit à conclure de ces diverses remarques que z et t, considérées comme fonctions de x et de y, sont des *intégrales de différentielles totales de première espèce*.

» On vérifie aisément ce résultat en calculant les dérivées partielles $\frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, \frac{\partial t}{\partial x}, \frac{\partial t}{\partial y}$. Ces dérivées s'expriment au moyen de la série hypergéométrique ordinaire, où $\alpha = \frac{5}{4}$, $\beta = \frac{3}{4}$, $\gamma = \frac{3}{2}$, et l'on trouve ainsi que les différentielles totales en question sont des combinaisons linéaires des deux suivantes

$$\frac{1}{\sqrt{\sqrt{x(y-1)}+\sqrt{y(x-1)}}}\left[\frac{dx}{\sqrt{x(x-1)}}+\frac{dy}{\sqrt{y(y-1)}}\right],$$
$$\frac{1}{\sqrt{\sqrt{x(y-1)}-\sqrt{y(x-1)}}}\left[\frac{dx}{\sqrt{x(x-1)}}-\frac{dy}{\sqrt{y(y-1)}}\right].$$

Posons

$$Z = \left[a\sqrt{\sqrt{x(y-1)}+\sqrt{y(x-1)}}+b\sqrt{\sqrt{x(y-1)}-\sqrt{y(x-1)}}\right]\sqrt{x(x-1)},$$

a et b désignant deux constantes distinctes et différentes de zéro; Z sera racine d'une équation du seizième degré en Z

$$(5) \qquad F(x, y, Z) = 0,$$

et les différentielles précédentes prendront la forme

$$P\ dx + Q\ dy,$$
$$P_1\,dx + Q_1\,dy,$$

P, P_1, Q, Q_1 désignant des fonctions rationnelles de x, y, Z. Les équations (4) pourront être remplacées par les suivantes

$$dz = P\ dx + Q\ dy,$$
$$dt = P_1\,dx + Q_1\,dy,$$

et l'on en déduira pour x, y et Z des fonctions uniformes à quatre paires de périodes de z et de t, de telle façon qu'à un point de la surface (5) ne corresponde, abstraction faite de multiples de périodes, qu'un système de valeurs de z et de t. Le calcul des périodes se fait sans difficulté au moyen des substitutions Σ_1, Σ_2, Σ_3.

» Le cas particulier que je considère dans cette Note est analogue au cas particulier de la série hypergéométrique ordinaire, où l'on a

$$1-\gamma = \tfrac{1}{3}, \qquad \gamma-\alpha-\beta = \tfrac{1}{3}, \qquad \beta-\alpha = \tfrac{1}{3}.$$

On sait aussi que, toutes les fois que $1-\gamma$, $\gamma-\alpha-\beta$, $\beta-\alpha$ sont des nombres commensurables qui, réduits à leur plus simple expression, ont 3

pour dénominateur commun, la variable indépendante et l'intégrale générale s'expriment au moyen des fonctions Θ. On peut rattacher de même au cas particulier qui vient d'être examiné toute une suite de systèmes S pour lesquels les variables indépendantes et l'intégrale s'exprimeront au moyen des fonctions Θ de deux variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries hypergéométriques de deux variables.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« M. Goursat a bien voulu m'indiquer dernièrement les résultats auxquels l'a conduit la considération d'une intégrale hypergéométrique particulière de deux variables (*Comptes rendus* de cette séance). J'avais, il y a quelque temps déjà, étudié de mon côté ce cas particulier, qui peut être considéré comme un cas limite de ces cas plus généraux dans lesquels les séries hypergéométriques de deux variables conduisent à des fonctions hyperfuchsiennes, et dont j'ai fait précédemment l'étude (*Annales de l'École Normale*, 1885). J'ai montré, dans ce Mémoire, qu'à toute intégrale hypergéométrique

$$\int_g^h u^{b_1-1}(u-1)^{b_2-1}(u-x)^{\mu-1}(u-y)^{\lambda-1}\,du \qquad (g, h = 0, 1, x, y, \infty),$$

ou au système S d'équations linéaires aux dérivées partielles correspondant, on peut associer une forme quadratique de trois variables à indéterminées conjuguées, qui reste invariable par les substitutions du groupe du système S. Le discriminant de cette forme est, en général, différent de zéro, et c'est précisément en recherchant ce que deviendraient les fonctions hyperfuchsiennes dans un cas où ce discriminant serait nul, que j'ai été conduit au cas particulier donné par $\lambda = \mu = b_1 = b_2 = \frac{3}{4}$.

» Dans cette hypothèse, en désignant par ω_1, ω_2, ω_3 trois solutions convenables du système S et appliquant les formules générales de mon Mémoire, la forme quadratique se réduit à

$$\text{norme}[\omega_1 - (1-i)\omega_2 + i\omega_3].$$

» En posant alors

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_1 - (1-i)\omega_2 + i\omega_3}, \qquad v = \frac{\omega_3}{\omega_1 - (1-i)\omega_2 + i\omega_3},$$

les substitutions relatives à u et v sont de la forme (¹)

$$(u,\ v,\ au + bv + c,\ a'u + b'v + c').$$

» L'inversion des équations

$$u(x, y) = z, \qquad v(x, y) = t$$

donne pour x et y des fonctions *uniformes* de z et t, *doublement périodiques* séparément par rapport à chacune des variables.

» Je profiterai de l'occasion pour indiquer un autre exemple, qui ne se rapporte plus, comme le précédent, à un cas limite, mais conduit à de véritables fonctions hyperfuchsiennes. Cet exemple est donné par

$$\lambda = \mu = b_1 = \tfrac{3}{4}, \qquad b_2 = \tfrac{1}{4}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs latentes de vaporisation de quelques substances très volatiles.* Note de M. **James Chappuis**, présentée par M. Debray.

« On a fort peu de données numériques sur les chaleurs latentes d'ébullition des substances liquides qui passent à l'état gazeux à des températures inférieures à 0°.

» Favre a fait connaître le résultat de ses expériences sur l'acide sulfureux, le protoxyde d'azote et l'acide carbonique solide; sa méthode permet de mesurer directement la chaleur latente d'évaporation des liquides à leur température d'ébullition sous la pression atmosphérique.

» Les recherches de Regnault ont porté sur un bien plus grand nombre de substances; mais on sait dans quelles circonstances les procès-verbaux de la plus grande partie de ses expériences furent détruits en 1870, et comment Regnault ne retrouva et ne publia, par conséquent, que les résultats numériques relatifs à l'ammoniaque et à l'acide carbonique liquides. La méthode qu'il a décrite est générale et permettrait d'obtenir la chaleur latente d'ébullition à des températures variées, comprises entre 0° et + 25°; mais les calculs en sont extrêmement compliqués; en particu-

(¹) D'une manière générale on est conduit à des groupes de substitutions de cette forme, quand la relation $\lambda + \mu + b_1 + b_2 = 3$ est vérifiée, car alors une des intégrales de S se réduit à une constante.

lier, la chaleur absorbée par la détente de la vapeur forme souvent une partie considérable de la chaleur totale observée.

» La méthode que j'ai appliquée au chlorure de méthyle, à l'acide sulfureux et au cyanogène, et dont je compte poursuivre l'application à d'autres substances l'hiver prochain, repose sur l'emploi du calorimètre à glace de Bunsen, et permet de déterminer, avec une précision relativement assez grande, les chaleurs latentes d'ébullition à $0°$, sous la tension maximum correspondant à la fusion de la neige; le mode expérimental employé permet d'éviter l'effet de la détente et par conséquent toute correction provenant de ce phénomène.

» La partie essentielle de l'appareil se compose d'un réservoir cylindrique en verre fermé par le bas et contenant le liquide à évaporer : ce récipient est surmonté d'un tube capillaire en serpentin, d'un très grand développement sous une faible hauteur, soudé à un tube à dégagement ordinaire, dont l'extrémité ouverte est solidement mastiquée dans un robinet à pointe en acier, présentant une tubulure latérale.

» Le récipient, étant aux deux tiers plein du liquide en expérience, est pesé et plongé dans le calorimètre Bunsen où il est entouré, ainsi que le serpentin, de mercure. L'expérience est conduite comme une expérience calorimétrique ordinaire, le robinet à pointe est ouvert au moment convenable et la vapeur s'échappe de l'appareil; un tube à dégagement la conduit dans de l'huile d'où on la voit s'échapper bulle à bulle; elle a dû traverser le serpentin, dont le développement en longueur n'est pas moindre que $0^m,30$: elle a donc pris la température de $0°$; elle se détend à l'ouverture du tube d'acier qui est séparé du calorimètre par un tube de verre d'environ $0^m,15$ de longueur; quant à la diminution de pression dans l'intérieur de l'appareil, si elle est indispensable pour que la vapeur puisse prendre naissance, elle est aussi faible qu'on le désire, puisqu'on peut ralentir autant qu'on le veut la vitesse du dégagement gazeux.

» Le robinet étant refermé, on attend, pour retirer l'appareil à évaporation, que la marche du mercure dans le tube calibré, maintenu à 0, soit devenue de nouveau régulière et que l'on ait procédé aux lectures nécessaires pour la correction du déplacement de la colonne de mercure.

» La variation de poids p de l'appareil à évaporation ne mesure pas le poids ϖ du liquide transformé en vapeur, mais bien le poids de vapeur sorti de l'instrument; il est facile d'ailleurs de calculer la relation qui existe entre ces deux nombres : la différence des pesées, avant et après l'expé-

rience, donne en effet la différence entre le poids du liquide qui a passé à l'état de vapeur et le poids de la vapeur saturée qui occupe le même volume; d'où l'on conclut facilement que

$$\varpi = p \frac{d_l}{d_l - d_v},$$

d_l et d_v étant les poids de l'unité de volume du liquide et de la vapeur à 0° et sous la tension maximum du liquide en expérience à cette température; le premier de ces nombres est connu pour plusieurs gaz liquéfiés; le second, s'il n'a pas été mesuré directement, peut sans inconvénient se calculer par la formule générale des densités de vapeur.

» Si l'on désigne par m le volume à 0, corrigé, du mercure sorti du calorimètre, la chaleur latente sera donnée par la formule

$$L = A \frac{m}{\varpi};$$

A, constante commune aux divers appareils de Bunsen que j'ai employés, a pour valeur 1,13322; le tube gradué permettait d'évaluer $0^{mmc},02$; les pesées étaient faites au demi-milligramme; dans ces conditions, l'erreur peut être de quelques millièmes et atteindre, par conséquent, la première décimale des nombres représentant les chaleurs latentes.

» J'ai obtenu ainsi les résultats suivants :

Chlorure de méthyle, C^2H^3Cl....	min. : 96,8	max. : 97,1	moy. : 96,9,
Acide sulfureux, SO^2...........	min. : 91,3	max. : 91,9	moy. : 91,7,
Cyanogène [1] Cy..............	min. : 103,5	max. : 104,1	moy. : 103,7,

» Je donnerai, dans un prochain Mémoire, le détail de ces expériences, qui ne saurait trouver place ici, et je montrerai :

» 1° Que la vitesse de l'expérience, c'est-à-dire le poids de substance évaporé à la minute, a une influence considérable sur le résultat; lorsque cette vitesse est comprise entre 8^{mgr} et 16^{mgr} à la minute, les valeurs de L sont constantes; elles cessent de l'être quand les vitesses sont comprises entre 20^{mgr} et 60^{mgr} à la minute.

(1) La densité à 0° du cyanogène liquide n'étant pas connue, je n'ai pu calculer ϖ et j'ai dû me servir de p pour le calcul de L; le nombre 103,7 est donc trop grand, probablementd'environ une demi-calorie.

» 2° Que, dans le cas où la vitesse d'évaporation est comprise entre les limites indiquées, la température de l'appareil à évaporation ne s'abaisse pas au-dessous de — 0°, 3. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination du coefficient de self-induction* [1]. Note de MM. **P. Ledeboer** et **G. Maneuvrier**, présentée par M. Lippmann.

« Pour mesurer le coefficient de self-induction d'une bobine sans fer et n'ayant que très peu de tours de fil, nous nous servons de la méthode suivante.

» La bobine de résistance R, dont on cherche le coefficient de self-induction L, est établie en équilibre électrique dans un pont de Wheatstone employé sous la forme de pont à fil divisé. Le curseur étant amené au milieu du fil divisé, on produit l'équilibre à l'aide d'un fil de maillechort formant la quatrième branche du pont. Un interrupteur tournant, intercalé dans le circuit de la pile et dans celui du galvanomètre, fait passer à chaque tour l'extra-courant de rupture dans le galvanomètre. On obtient ainsi une déviation permanente. Nous éliminons ensuite la constante du galvanomètre et l'intensité du courant, qui passe dans la bobine, en faisant une seconde expérience. On arrête l'interrupteur et l'on déplace la manette d'une petite quantité ε : cela détruit l'équilibre du pont et provoque dans le galvanomètre le passage d'un faible courant, qui produit une déviation α. On trouve alors le coefficient de self-induction L, en portant ces valeurs de δ et α dans la formule

$$L = R\frac{2\varepsilon}{l}\frac{1}{n}\frac{\delta}{\alpha},$$

l étant la longueur du fil divisé qui correspond à la résistance R et n le nombre de tours par seconde de l'interrupteur tournant.

» Nous avons d'ailleurs vérifié l'exactitude de cette méthode en comparant les résultats qu'elle donnait, pour le coefficient de self-induction de deux bobines différentes quelconques, avec les résultats fournis par la me-

---

(1) Ce travail a été effectué au Laboratoire des recherches (Physique), à la Sorbonne.

sure directe de l'extra-courant. Voici les nombres trouvés :

		Méthode précédente.	Méthode directe.
1re bobine.....	R = 0ohm, 122	L = 0,00101	0,00102 (× 10^9 cm)
2e »	R = 0ohm, 431	L = 0,00142	0,00143

» Nous avons constaté, en outre, qu'en remplaçant la bobine par un fil droit, il ne se produit aucune déviation appréciable lorsqu'on fait tourner l'interrupteur.

» Nous avons appliqué cette méthode à la mesure des coefficients de self-induction d'un électrodynanomètre de Siemens, et nous avons trouvé les valeurs suivantes :

	R ohms.	L 10^9 cm.	$\frac{L}{R}$.
Gros fil (appareil entier)......	0,010	0,0000035	0,00035
» (cadre fixe seul)......	0,0060	0,0000023	0,00038
» (cadre mobile seul)...	0,0040	0,0000012	0,00031
Fil fin (appareil entier).......	0,431	0,00142	0,0032

» Le cadre mobile de l'appareil n'a que 4 tours de fil ; le cadre fixe (gros fil) en a 7.

» Ces nombres se prêtent à la vérification du fait suivant. Dans l'électrodynamomètre Siemens la bobine mobile a son axe perpendiculaire à celui de la bobine fixe, et le courant traverse les deux bobines en tension. Il en résulte que l'induction mutuelle entre ces deux bobines est nulle et que, dès lors, le coefficient de self-induction de l'appareil entier doit être la somme des coefficients de self-induction des deux parties.

» Cela se trouve en effet vérifié par des nombres précédemment obtenus. En particulier (comme cela a lieu approximativement dans ce cas), lorsque les rapports $\frac{L}{R}$ sont égaux pour les deux bobines partielles, le calcul montre que l'on doit avoir la même valeur du rapport pour l'appareil entier. Or, ce rapport $\frac{L}{R}$ a ici la valeur de 0,00038 pour le cadre fixe, la valeur de 0,00031 pour le cadre mobile et la valeur de 0,00035 pour l'appareil entier.

» On sait que c'est ce rapport $\frac{L}{R}$ qui intervient dans le cas des mesures relatives aux courants alternatifs, et c'est précisément en vue d'une étude de ces courants que nous avons entrepris ces expériences préliminaires.

» Comme on le voit, notre méthode consiste en une adaptation nouvelle des méthodes connues de Maxwell et de lord Rayleigh au cas particulier où le coefficient est trop faible pour produire dans le galvanomètre une impulsion appréciable. Elle présente, en outre, l'avantage de rendre inutile l'emploi d'un galvanomètre balistique et de rendre possible et pratique l'emploi d'un galvanomètre ordinaire à miroir. Nous l'avons préférée d'ailleurs aux autres méthodes de mesure des faibles coefficients de self-induction, et notamment à la méthode de M. H.-F. Weber (modification de celle de M. Hughes), parce qu'elle conduit à une formule très simple et qu'elle ne nécessite, en dehors du pont de Wheatstone, d'autre dispositif expérimental qu'un interrupteur tournant. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude sur les vanadates alcalins*. Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« L'acide vanadique présente certaines analogies avec les acides phosphorique et arsénique : ainsi ces corps paraissent entrer au même titre dans la constitution des divers groupes d'apatites et de wagnérites, et il y aurait intérêt, au point de vue de la place que doit occuper le vanadium dans la classification des corps simples, à connaître jusqu'où ces analogies se poursuivent, à savoir entre autres choses si elles se retrouvent dans ces sels; mais les vanadates métalliques sont mal connus; les uns n'ont été obtenus qu'à l'état de précipités cristallins ou amorphes; d'autres, mieux cristallisés, présentent des compositions différentes avec les chimistes qui les ont analysés, et qui ne sont pas toujours d'accord sur les circonstances dans lesquelles ils se produisent; d'autres enfin sont indiqués comme ayant des formules compliquées et peu vraisemblables. Dans l'espoir d'élucider la question j'ai repris l'étude de ces composés; elle m'a donné des résultats nets et simples que je demande à l'Académie la permission de lui faire connaître en examinant tout d'abord les vanadates alcalins.

» I. Vanadates de potasse. — 1° VO^5,KO. — Le vanadate neutre de potasse se produit quand on dissout dans l'eau équivalents égaux d'acide et de base; il cristallise assez difficilement, et suivant les circonstances, avec des proportions d'eau variables.

» La dissolution de l'acide vanadique dans la potasse se fait avec un dégagement de chaleur notable; la liqueur lentement évaporée dans le vide donne bientôt au fond du vase un dépôt de petites sphères translu-

cides qui grossissent peu à peu et finissent par atteindre un diamètre de 1^{cm} et plus; elles sont fragiles et constituées par de fines aiguilles qui rayonnent à partir d'un centre et contiennent $2(VO^5, KO), 5HO$. L'eau mère dépose des aiguilles blanches, soyeuses, nacrées, et plus hydratées; leur composition correspond à la formule $VO^5KO, 6HO$.

» Si la liqueur renferme un petit excès de potasse, les cristaux qui s'y forment sont encore des prismes très allongés, soyeux et brillants, mais ne retenant que $4^{éq}$ d'eau.

» Quand on dissout l'acide vanadique dans le poids équivalent de carbonate de potasse, on obtient par évaporation lente des hémisphères hérissés de pointes et constitués par des aiguilles qui partent du centre du mamelon; elles contiennent $VO^5KO, 3HO$. Tous ces hydrates s'effleurissent quand on les chauffe, perdent leur eau, puis fondent en un liquide jaune clair qui se solidifie en une masse blanche nacrée, à cassure lamelleuse, de vanadate neutre anhydre; celui-ci se dissout très lentement dans l'eau, tandis que ses hydrates y sont fort solubles, et, pour obtenir des cristaux nets, faciles à séparer de l'eau mère, il convient d'opérer sur une quantité considérable de matière.

» 2° $2VO^5, KO$. — Lorsque l'on sature à 80° environ une solution de carbonate de potasse avec un excès d'acide vanadique, on obtient une liqueur grenat qui dépose, en se refroidissant, des lames rouge orangé dont la formule est $2VO^5, KO, 10HO$. Toutefois, selon la température à laquelle la cristallisation s'effectue, on peut obtenir aussi des cristaux d'un rouge un peu plus foncé ne contenant que $8^{éq}$ d'eau.

» Lorsque l'on mélange à une solution d'acide vanadique dans la potasse une quantité d'acide acétique suffisante pour la rendre franchement acide, on obtient une liqueur rouge, qui, concentrée à 80° environ, dépose, en se refroidissant, le sel à $10^{éq}$ d'eau sous la forme de belles lames hexagonales, transparentes et brillantes; si les cristaux se déposent à plus haute température, ils sont jaune orangé et ne retiennent que $3HO$; si on les fait bouillir dans la liqueur mère, ils se transforment à mesure que celle-ci se concentre, les paillettes perdent leur eau et se changent en petits cristaux très brillants rouge foncé de bivanadate anhydre $2VO^5, KO$.

» 3° $3VO^5, 2KO$. — Les eaux mères des opérations précédentes qui contiennent une certaine quantité d'acétate de potasse, concentrées par ébullition, déposent quand elles se refroidissent des paillettes jaune orangé dont la composition correspond à la formule $3VO^5, 2KO, 6HO$.

» 4° $3VO^5, KO$. — En dissolvant de l'acide vanadique en excès dans du

carbonate de potasse, puis ajoutant une grande quantité d'acide acétique, il se forme une liqueur rouge-grenat qui, chauffée vers 70°, dépose de petits cristaux orangés de vanadate $3VO^5, KO, HO$; la liqueur filtrée et refroidie donne, au bout de quelques heures, des cristaux transparents rouge-grenat, chargés de facettes brillantes, et qui renferment $3VO^5, KO, 5HO$.

» Tous ces sels acides hydratés perdent leur eau quand on les chauffe et deviennent rouge brun foncé; ils fondent ensuite en un liquide brun qui se solidifie en une masse cristalline presque noire, très difficile à dissoudre dans l'eau; ils se forment, comme on vient de le voir, dans des liqueurs plus ou moins acides. Examinons maintenant ce qui se passe dans des dissolutions renfermant un excès d'alcali.

» 5° $VO^5, 2KO$. — Un équivalent d'acide vanadique dissous dans de l'eau contenant un peu plus de $2^{éq}$ de potasse donne une solution qui, filtrée et évaporée dans le vide, se concentre jusqu'à devenir un sirop épais; il commence alors à se déposer de beaux cristaux incolores et transparents qui renferment $VO^5, 2KO, 4HO$. Ils perdent leur eau quand on les chauffe et se dessèchent en une masse blanche qui fond à température plus élevée; elle se solidifie, quand on la laisse refroidir, en une substance cristalline à cassure rayonnée qui est le sel anhydre $VO^5, 2KO$.

» 6° $VO^5, 3KO$. — Ce composé se produit dans des circonstances analogues à celles qui précèdent, mais avec $3^{éq}$ de potasse, pour $1^{éq}$ d'acide environ; la liqueur concentrée dans le vide se réduit en un sirop dans lequel se développent au bout de quelque temps de grands cristaux incolores, cannelés et transparents; ils sont déliquescents, et, suivant la température à laquelle ils se sont produits, ils renferment $VO^5, 3KO, 9HO$ ou $VO^5, 3KO, 12HO$; la liqueur impure se sursature facilement et souvent elle se prend en masse, au lieu de donner des cristaux distincts, faciles à débarrasser de leur eau mère. Ces cristaux perdent leur eau quand on les chauffe et laissent le sel anhydre sous la forme d'une substance blanche, très soluble dans l'eau.

» 7° $VO^5, 4KO$. — Enfin, quand on ajoute un grand excès de potasse caustique à de l'acide vanadique, la liqueur qu'on obtient, évaporée à consistance de sirop, ne cristallise pas, même au bout de plusieurs jours; agitée avec de l'alcool, elle se rassemble en une couche huileuse au fond de ce liquide et y demeure en surfusion; mais, si, après l'avoir lavée à l'alcool pour enlever l'excès de potasse, on la soumet à l'action d'un mélange réfrigérant, elle se prend en une masse rayonnée et nacrée qui emprisonne le liquide et qui ne fond pas à la température ordinaire. Cette substance,

quoique très hygrométrique, peut cependant être desséchée dans le vide sur des plaques de porcelaine poreuse; il reste alors de belles aiguilles blanches et brillantes qui renferment $VO^5, 4KO, 20HO$.

» Ce composé fond dans son eau de cristallisation dès qu'on le chauffe; puis l'eau disparaît, et le sel anhydre reste sous la forme d'une matière blanche qui, même au bon rouge, ne fond qu'avec difficulté. »

CHIMIE. — *Phosphate et arséniate doubles de strontiane et de soude.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. Debray.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 1197), j'ai montré que le mélange de deux liqueurs contenant $1^{éq}$ de phosphate disodique ($1^{éq} = 6^{lit}$) et $2^{éq}$ de chlorure de strontium ($1^{éq} = 2^{lit}$) présentait trois phases successives : une première phase, très courte, correspondant à la formation immédiate d'un précipité gélatineux trimétallique; une seconde, pendant laquelle une cristallisation se produit; enfin une troisième transformation a lieu, d'une très grande lenteur, signalée par le changement du précipité cristallisé en un précipité cristallin de phosphate distrontianique, en même temps que le liquide, acide au tournesol, mais neutre au méthyl-orange, devient peu à peu neutre au tournesol.

» La seconde et la troisième phase de la réaction, lorsque toutes les précautions ont été prises pour ne laisser sur les parois des vases aucune trace d'un précipité cristallin provenant d'opérations antérieures, sont nettement séparées; pendant quelques minutes, le thermomètre reste stationnaire, et l'on peut profiter de ce temps d'arrêt pour isoler le produit cristallisé intermédiaire et l'étudier.

» Ce précipité est formé de petits cristaux cubiques, à peu près insolubles dans l'eau froide; les lavages n'altèrent pas sa composition, qui est celle d'un phosphate double tribasique

$$PO^8 Sr^2 Na + 18 HO.$$

» La formation d'un tel composé explique l'acidité de la liqueur et, si la précipitation était complète, on pourrait écrire la réaction

$$PO^8 Na^2 H + 2 SrCl = \tfrac{1}{2} PO^8 Sr^2 Na + \tfrac{1}{2} PO^8 Na H^2 + NaCl + SrCl.$$

» Si, sans séparer le précipité du liquide, on additionne celui-ci de phé-

nolphtaléine et si l'on verse goutte à goutte de la soude ($1^{éq} = 2^{lit}$), on obtient un précipité gélatineux qui cristallise rapidement et, au moment où le réactif coloré accuse la présence d'un excès d'alcali, on a versé $1^{éq}$ d'alcali; le liquide ne renferme plus que du chlorure de sodium et le poids du sel recueilli est celui qui correspond à la réaction

$$PO^8Na^3 + 2\,SrCl = PO^8Sr^2Na + 2\,NaCl.$$

» Le sel obtenu dans ces conditions peut être maintenu en présence du liquide ou lavé à l'eau froide, sans subir d'altération. Cette réaction effectuée au sein du calorimètre donne (acide et bases dissous)

$PO^8Sr^2Na + 18HO$, à $+10°$................ $50^{Cal},4$.

» Il est possible, dès lors, de préciser, plus nettement que dans les Communications précédentes, le mécanisme des réactions successives. Au moment où le dépôt du sel double s'est effectué, la liqueur doit contenir un phosphate monosodique et du chlorure de strontium. Or des expériences antérieures sur les doubles décompositions entre le phosphate monosodique et les chlorures alcalino-terreux m'ont montré que le mélange des deux liqueurs ne donne tout d'abord aucun précipité et aucun phénomène thermique; mais, au bout de quelques instants, surtout lorsqu'on frotte vigoureusement les parois du vase, un précipité de phosphate dimétallique cristallisé se produit, en même temps qu'il y a mise en liberté d'acide. Si les choses se passent ainsi, dans le cas actuel, l'acide libre réagit à chaque instant sur le phosphate précipité qu'il transforme en phosphate monosodique et sel distrontianique, et la réaction se poursuit jusqu'à ce que la précipitation du phosphate distrontianique soit complète.

» Inversement, on peut revenir au sel double. Lorsque la tranformation en phosphate dimétallique est à peu près complète, ajoutons goutte à goutte une dissolution de soude à la liqueur très légèrement acide, maintenue en présence du précipité et additionnée de phénolphtaléine. Chaque goutte d'alcali détermine la formation d'un précipité gélatineux qui cristallise presque aussitôt; la liqueur, qui était devenue tout d'abord alcaline au réactif coloré, se décolore et, lorsque la coloration de la phénolphtaléine devient persistante, on a versé exactement $1^{éq}$ de soude.

» Un arséniate de même composition peut être obtenu en cristaux volumineux.

» Lorsqu'on verse, en effet, dans une dissolution d'arséniate disodique ($1^{éq} = 6^{lit}$) une dissolution contenant $2^{éq}$ de chlorure de strontium

($1^{éq} = 2^{lit}$), on n'observe tout d'abord aucun précipité, la liqueur reste alcaline au tournesol et la température du mélange est exactement la moyenne de celles des deux liqueurs. Au bout de quelques instants, si l'on frotte les parois du vase, on voit apparaître un précipité cristallin qui augmente lentement; en même temps, la liqueur devient acide au tournesol, tout en restant neutre au méthyl-orange. Si, au lieu de déterminer une cristallisation rapide, on abandonne la liqueur à elle-même, de grandes trémies cubiques se développent peu à peu et au bout de vingt-quatre heures la réaction est terminée.

» Séchés à l'air libre, après lavage à l'eau froide, leur composition correspond exactement à la formule $AsO^8Sr^2Na + 18HO$.

» La liqueur au sein de laquelle ces cristaux se sont formés est acide au tournesol, et la précipitation de l'acide arsénique est incomplète. Elle ne le devient que si l'on ajoute peu à peu $1^{éq}$ de soude, et la réaction peut être formulée

$$AsO^8Na^3 + 2SrCl = AsO^8Sr^2Na + 2NaCl.$$

» De cette réaction effectuée à $+10^\circ$, on déduit

$AsO^8Sr^2Na + 18HO$ .... $+50^{Cal},2$

» Mais, lorsqu'on le maintient au contact de la liqueur acide au sein de laquelle il s'est formé, le sel ne subit aucune altération ultérieure. Il est facile de s'assurer, en effet, que le mélange de deux dissolutions, l'une d'arséniate monosodique, l'autre de chlorure de strontium, ne se trouble pas lorsqu'on exerce une action mécanique sur les parois du vase; le mélange ne paraît pas équivalent à l'arséniate monostrontianique, qui ne se dissout dans l'eau qu'en se décomposant en acide libre et arséniate distrontianique. Mais si on élève la température vers 60°, la liqueur se trouble et laisse déposer une poudre cristalline d'arséniate AsO^8Sr^2 (1).

» L'étude des phénomènes qui accompagnent la précipitation des phosphate et arséniate de chaux semble accuser la formation d'un sel double; mais les faits sont moins nets, et je n'ai pas réussi jusqu'à présent à préparer un sel double en cristaux bien définis et sur la composition desquels il ne puisse subsister aucun doute.

» Dans le cas de la baryte, la transformation du précipité obtenu en ver-

(1) Dans deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 1129 et 1197), le phosphate distrontianique cristallisé a été formulé à tort avec $2H^2O^2$.

sant $2^{éq}$ de Ba Cl dans $1^{éq}$ de phosphate ou d'arséniate disodiques est tellement rapide qu'il n'est pas possible d'observer la formation d'un sel double.

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons ammoniacales du chlorure de cadmium.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« J'ai préparé quelques combinaisons du chlorure de cadmium avec l'ammoniaque : ce sujet a déjà été traité principalement par Croft et de Hauer; mais il ne m'a pas paru inutile de reprendre cette question, surtout au point de vue des comparaisons qu'elle fait naître entre les trois métaux zinc, cuivre, cadmium, dont les oxydes sont solubles dans l'ammoniaque.

» I. Si l'on dissout, lentement et en refroidissant bien, du chlorure de cadmium dans l'ammoniaque à 20 pour 100 et que l'on fasse passer, toujours en refroidissant, un courant prolongé de gaz ammoniac dans le liquide, on voit, au bout de quelque temps, se produire un précipité formé de petits cristaux dont la quantité augmente peu à peu. Ces cristaux, recueillis immédiatement et séchés sur du papier sous une cloche, m'ont donné, dans une première préparation, la composition suivante :

$$2\,CdCl, 5\,AzH^3.$$

	Calculé.	Trouvé.
Cl	26,49	26,46
Cd	41,79	41,44
AzH^3	31,72	31,67

» Ce corps, le seul que j'aie obtenu anhydre, ne dégage pas trace d'eau quand on le chauffe dans un petit tube, mais il fond en donnant un sublimé blanc.

» Une autre préparation m'a fourni un composé un peu différent et hydraté :

$$CdCl, 2\,AzH^3, \tfrac{1}{2}HO.$$

	Calculé.	Trouvé.
Cl	27,30	27,08
Cd	43,07	43,19
AzH^3	26,15	25,65

» Très altérable, comme le précédent, il dégage de l'eau quand on le

chauffe dans un petit tube, puis il fond en donnant des vapeurs ammoniacales. Il se décompose au contact de l'eau.

» On sait que Divers a préparé un chlorure de zinc ammoniacal de la formule $2ZnCl, 5AzH^3, 2HO$ en dissolvant à froid le chlorure de zinc dans l'ammoniaque, faisant passer ensuite dans le liquide un courant prolongé de AzH^3, redissolvant à une douce chaleur le précipité formé, puis laissant reposer. J'ai obtenu, par ce même procédé, il y a quelques années, un bromure de zinc ammoniacal de même composition, mais anhydre.

» Je vais revenir sur les composés qui prennent naissance quand on redissout, comme dans cette expérience, par une faible élévation de température, le précipité cristallin de chlorure ammoniacal de cadmium.

» Voyons ce qui se passe avec le chlorure de cuivre : en opérant, comme je l'ai fait plus haut, avec ce chlorure, on obtient aussi, par un courant prolongé de AzH^3, un précipité cristallin formé de très petites aiguilles qui, séchées sur du papier, ont une couleur bleue tirant sur le violet. Leur formule est

$$2CuCl, 5AzH^3, 3HO;$$

elles attirent vivement l'humidité de l'air.

	Calculé.	Trouvé.
Cl	28,81	28,97
Cu	25,73	26,14
AzH^3	34,49	34,78

» On retrouve donc encore le même type de formule qu'avec le zinc et le cadmium.

» II. J'ai, comme dans la préparation du chlorure ammoniacal de Divers, redissous à une faible chaleur le précipité cristallin formé par l'ammoniaque dans le chlorure de cadmium, puis j'ai exposé le liquide au froid. Dans une première préparation, il s'est déposé de gros cristaux brillants, octaédriques, se ternissant très vite à l'air, sitôt qu'ils sont séparés de leur eau mère. Leur dessiccation peut être menée assez rapidement à cause de leur volume. Séchés sur du papier, ils m'ont donné pour formule $2CdCl, 3AzH^3, \frac{1}{2}HO$.

	Trouvé.	Calculé.
Cl	29,76	29,57
Cd	46,96	46,75
AzH^3	21,38	21,30

» Au contact de l'eau en excès, ils se décomposeront avec production d'un volumineux précipité blanc.

» Avec d'autres préparations, dans lesquelles le chauffage du liquide a été prolongé davantage et les conditions de refroidissement ultérieur un peu différentes, j'ai obtenu le corps $CdCl, 2AzH^3, \frac{1}{2}HO$.

» Nous avons déjà rencontré un composé de même formule.

» Le précipité de chlorure ammoniacal de cuivre, obtenu comme j'ai dit plus haut, redissous à une faible chaleur et exposé ensuite au froid, abandonne des cristaux assez volumineux de la même composition que ceux déposés au sein du courant d'ammoniaque.

» On voit qu'un courant prolongé de AzH^3 détermine, avec tous ces chlorures, une précipitation plus ou moins rapide suivant leur degré de solubilité dans l'ammoniaque concentrée.

» A la liste des chlorures que je viens de décrire, il faut ajouter celui qu'a étudié Croft : $CdCl, AzH^3, \frac{1}{2}HO$, que l'on produit le plus facilement en versant peu à peu, dans de l'ammoniaque refroidie, une solution saturée de chlorure de cadmium et évaporant à une douce chaleur.

» La décomposition en tube scellé des chlorures ammoniacaux de cadmium, au contact d'un excès d'eau vers 225°, ne fournit pas d'oxychlorures ammoniacaux complexes, analogues à ceux que j'ai obtenus avec les chlorures de zinc et qui cristallisaient en belles lamelles nacrées : on n'obtient qu'un résidu amorphe d'oxychlorure avec des quantités variables d'ammoniaque.

» III. En faisant bouillir l'oxyde de cadmium avec le sel ammoniac, de Hauer n'a pu préparer que des chlorures doubles de composition variable, si ce n'est en chauffant longtemps avec le sel ammoniac. Dans ce cas, cristallise le sel bien défini $CdCl, 2AzH^4Cl$. Cette assertion est exacte.

» L'oxyde de cuivre, dans ces conditions, ne s'unit pas au sel ammoniac; on n'obtient, même par une ébullition très prolongée, que du sel ammoniac coloré par de petites quantités (2 à 3 pour 100) de chlorure de cuivre. Cependant l'oxyde se dissout assez notablement; en évaporant à sec et reprenant par l'eau, Tüttschew [1] a obtenu ainsi un oxychlorure.

» L'oxyde de zinc, au contraire, chauffé avec le sel ammoniac, m'avait fourni, avec la plus grande facilité, non pas un chlorure double, mais le chlorure ammoniacal $2ZnCl, 2AzH^3, HO$. »

---

[1] *Zeitschr. f. Chemie*, p. 109; 1870.

CHIMIE. — *Action de l'acide azotique sur la solubilité des azotates alcalins.* Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Friedel.

« L'acide azotique précipite l'azotate de soude de sa solution aqueuse. Dans le Tableau ci-dessous sont indiquées (en équivalents) les quantités d'azotate de soude qui subsistent en solution à 0° dans 10^{cc} de liquide saturé, en présence d'un nombre variable d'équivalents d'acide azotique. Dans la cinquième colonne, on a calculé le poids de l'eau dans 10^{cc} de la solution.

Expériences.	AzO^6Na.	AzO^6H.	Densités.	Eau.	Sommes des équivalents de sel et d'acide.
I	66,4	0	1,341	7,76	66,4
II	63,7	2,63	1,338	7,79	66,3
III	60,5	5,7	1,331	7,80	66,2
IV	56,9	8,8	1,324	7,84	65,7
V	52,75	12,57	1,312	7,84	65,32
VI	48,7	16,9	1,308	7,88	65,6
VII	39,5	27	1,291	7,84	66,5
VIII	35,1	32,25	1,285	7,83	67,35
IX	31,1	37,25	1,282	7,82	68,35
X	23,5	48	1,276	7,74	71,5
XI	18	57,25	1,276	7,62	75,25
XII	12,9	71	1,291	7,34	83,9

» Chaque équivalent d'acide azotique, jusqu'au trentième environ, précipite donc sensiblement un équivalent d'azotate de soude. Cette loi approchée est conforme à celle que j'ai observée dans la précipitation des chlorures par l'acide chlorhydrique. Comme, dans ce cas, les nombres qui représentent la somme des équivalents du sel et de l'acide sont d'abord un peu plus faibles, puis plus forts que ne l'indique la loi énoncée ci-dessus, la quantité d'acide azotique croissant toujours, la quantité d'azotate de soude en solution tend vers une limite.

» Tant que l'azotate est précipité équivalent à équivalent, la quantité d'eau contenue dans un même volume de solution est sensiblement constante. Il en résulte que le phénomène reste le même, si l'on rapporte à un même poids d'eau la quantité d'azotate de soude en solution en présence de quantités variables d'acide azotique.

» Si l'on examine dans leur ensemble les courbes exprimant les résul-

tats de l'action de l'acide chlorhydrique sur les chlorures et de l'acide azotique sur l'azotate de soude, il ne semble pas douteux qu'il s'y manifeste la résultante de deux actions opposées, une première toute physique, une seconde d'ordre chimique.

» A. En ce qui concerne la première, elle paraît exister seule et sans subir l'influence de la seconde, tant que la quantité d'acide ajoutée à la solution est faible. La quantité de sel précipité est alors proportionnelle à la quantité d'acide ajouté.

» Les études que M. van t'Hoff a présentées tout récemment à l'Académie de Stockholm, sur les équilibres dans les solutions, permettraient d'aborder l'explication théorique de cet ordre de phénomènes, si les propriétés physiques des solutions *saturées* (pouvoir osmotique, tension de vapeur, etc.) étaient mieux connues. Malgré nos connaissances incomplètes à ce sujet, M. van t'Hoff, dans une lettre qu'il m'écrivait au sujet de l'action de l'acide chlorhydrique sur la solution des chlorures, a prévu d'une manière si complète l'action de l'acide azotique sur l'azotate de soude, que je ne puis résister au désir de le citer ici. Ce savant me le pardonnera. Pour M. van t'Hoff, l'équilibre résulte de l'égalité des forces osmotiques des deux solutions. Comme première approximation, on pourrait se servir des grandeurs i, indiquant pour les *solutions diluées* la force osmotique moléculaire. On prévoit qu'une molécule d'acide nitrique ($i = 1,94$) déplacera le nitrate de soude ($i = 1,82$) dans le rapport de $\frac{1,94}{1,82} = 1,07$.

» C'est rigoureusement le résultat que donne l'observation. En présence des premiers équivalents d'acide azotique, la quantité d'azotate de soude est en effet :

Calculé.	Observé.	Acide azotique.
63,57	63,7	2,65
60,51	60,5	5,7
57,0	56,9	8,8
52,95	52,75	12,57

» L'action de l'acide chlorhydrique sur la solution de la plupart des chlorures étant la même (*voir* mes Notes aux *Comptes rendus*, mars 1886 et février 1887), il est infiniment probable qu'il existe une relation simple entre les forces osmotiques et, par suite, entre les tensions de vapeur des solutions saturées des chlorures métalliques.

» B. L'action d'ordre chimique n'apparaît, en général, que lorsque la

quantité d'acide devient forte. Elle détermine d'abord une perturbation du premier phénomène, puis ne tarde pas à devenir prédominante. Cette action est due à la formation en solution d'un sel acide. C'est du moins ce qui ressort de l'étude de l'action de l'acide azotique sur les azotates de potasse et d'ammoniaque. Ici les sels acides existent non seulement en solution, mais ont été obtenus à l'état cristallisé par M. Ditte. Or, l'acide azotique précipite d'abord l'azotate d'ammoniaque de sa solution, équivalent à équivalent, puis on passe par un minimum de solubilité, et enfin celle-ci augmente sous l'influence d'une quantité croissante d'acide azotique. Voici les résultats obtenus :

Expériences.	AzO^5AzH^4.	AzO^5H.	Densités.	Sommes des équivalents.
I	84,5	0	1,253	84,5
II	81,3	3,5	1,251	84,8
III	76	9,25	1,254	85
IV	64	25,4	1,269	89,4
V	54,8	47,16	1,305	»
VI	54	87,5	1,412	»
VII	59,16	97,5	1,441	»

» Pour l'azotate de potasse, le minimum est atteint encore plus vite, et l'influence du second phénomène est manifeste dès le début.

Expériences.	AzO^5K.	AzO^5H.	Densités.
I	12,5	0	1,079
II	9,9	5,85	non prise.
III	8.28	13,2	1,093
IV	7,4	21,55	1,117
V	7,4	31,1	1,144
VI	7,6	48	1,202
VII	10,3	68	1,289
VIII	28,3	120,5	1,498

» Ces faits me semblent légitimer l'hypothèse que, même pour l'azotate de soude dont le sel acide est inconnu, l'action de l'acide azotique n'est d'ordre purement physique que tant que la quantité d'acide ajouté est peu considérable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propionates métalliques*. Note de M. **Adolphe Renard**, présentée par M. Berthelot.

« L'acide propionique de mes expériences a été extrait des goudrons provenant de la pyrogénation de la colophane.

» *Propionate d'aluminium.* — N'a pu être isolé de sa dissolution. La chaleur le décompose. La décomposition, lente vers 50°, est instantanée à 100°; il se forme un précipité blanc de propionate basique

$$(C^3H^5O^2)^4O, Al^2;$$

la liqueur filtrée ne renferme que des traces d'alumine. Le même composé prend naissance par évaporation de la solution primitive à la température ordinaire.

» *Propionate d'ammonium.* — Masse sirupeuse incristallisable, soluble dans l'eau et l'alcool.

» *Propionate de baryum.* — Par évaporation de sa dissolution à la température ordinaire, se dépose, soit sous forme de prismes volumineux transparents $(C^3H^5O^2)^2Ba + H^2O$, anhydres à 110°, soit sous forme d'aiguilles transparentes brillantes $(C^3H^5O^2)^2Ba + 6H^2O$, perdant $3H^2O$ dans l'air sec en devenant opaques et le reste à 110°. Au delà de 300°, il fond, puis se décompose. Se dépose, en général, simultanément sous ces deux formes cristallines dans une même liqueur.

» Insoluble dans l'alcool. Solubilité dans l'eau : 54,1 pour 100 de sel sec à +12° et 87,6 pour 100 à l'ébullition.

» *Propionate de calcium.* — Par refroidissement de sa solution bouillante se dépose sous forme d'aiguilles aplaties brillantes $(C^3H^5O^2)^2Ca + H^2O$, anhydres à 100°. Au delà de 300°, fond, puis se décompose.

» Insoluble dans l'alcool. Solubilité dans l'eau : 41,7 pour 100 de sel sec à +12° et 45,6 pour 100 à l'ébullition.

» *Propionate de cadmium.* — Masse sirupeuse incristallisable, soluble en toutes proportions dans l'eau et l'alcool.

» *Propionate de chrome.* — Par dissolution d'hydrate chromique préparé à froid dans de l'acide propionique, on obtient une liqueur violette qui, par évaporation à la température ordinaire, abandonne une masse amorphe violet foncé, dure et cassante de propionate basique anhydre

$$(C^3H^5O^2)^4O, Cr^2.$$

La même liqueur, par l'action de la chaleur, laisse déposer un précipité gélatineux violet de même composition.

» *Propionate de cobalt.* — Sa solution, de couleur rouge vineux foncé, devient bleue par l'action de la chaleur. Par évaporation, le sel se dépose sous forme de croûtes cristallines couleur lie de vin

$$(C^3H^5O^2)^2Co + 3H^2O,$$

anhydres à 100°. Vers 250°, il fond en un liquide bleu indigo. Très soluble dans l'alcool.

» Solubilité dans l'eau : 33,5 pour 100 de sel sec à + 11°.

» *Propionate de cuivre.* — Par évaporation de sa solution additionnée d'un léger excès d'acide propionique, se dépose sous forme de petits prismes d'un beau vert-émeraude $(C^3H^5O^2)^2Cu + H^2O$, anhydres à 100°. A 110°, il s'altère. Sa solution neutre, maintenue quelque temps au bain-marie, laisse déposer un propionate basique $(C^3H^5O^2)^2Cu, CuO + H^2O$, sous forme d'un précipité bleu pâle, décomposable vers 110°.

» *Propionate ferreux.* — S'obtient par dissolution du fer dans de l'acide propionique bouillant. Par refroidissement de sa solution concentrée, se dépose sous forme de cristaux légèrement verdâtres. Ce sel absorbe très rapidement l'oxygène de l'air en se transformant en propionate ferrique.

» *Propionate ferrique.* — Par évaporation de sa dissolution à la température ordinaire, se dépose sous forme d'un sirop rouge brun qui, avec le temps, se transforme en une masse dure, friable $(C^3H^5O^2)^6Fe^2$. Sous l'influence de la chaleur, ce sel, en solution aqueuse, se décompose en donnant de l'hydrate ferrique.

» *Propionate de lithium.* — Sa solution, évaporée à consistance sirupeuse, laisse déposer des cristaux $C^3H^5O^2, Li + H^2O$, déliquescents, anhydres dans l'air sec.

» Solubilité dans l'eau : 66,4 pour 100 de sel sec à + 14° et 88,8 pour 100 à l'ébullition.

» Solubilité dans l'alcool (95°) : 5,1 pour 100 de sel sec à + 14° et 6,3 pour 100 à l'ébullition.

» *Propionate de magnésium.* — Masse sirupeuse qui, dans l'air sec, se transforme lentement en une poudre blanche $(C^3H^5O^2)^2Mg + H^2O$, anhydre à 100°, très soluble dans l'eau et l'alcool.

» *Propionate de manganèse.* — Masse sirupeuse rose pâle qui, avec le temps, finit par se prendre en une masse cristalline très soluble dans l'eau et l'alcool.

» *Propionate mercureux.* — S'obtient par double décomposition. Poudre blanche cristalline $(C^3H^5O^2)^2Hg^2$. Solubilité dans l'eau froide : 1,4 pour 100. L'eau bouillante le décompose en mercure métallique et propionate mercurique; quelques gouttes d'acide propionique empêchent cette décomposition. L'alcool le décompose à froid avec formation d'acide mercurique. Fond à 225° en se décomposant.

» *Propionate mercurique.* — Par évaporation de sa dissolution addi-

tionnée d'un léger excès d'acide propionique, il se dépose en aiguilles $(C^3H^5O^2)^2Hg$, fusibles à 110° en un liquide incolore; vers 180°, il se décompose, perd de l'acide propionique et se transforme en une masse solide de propionate mercureux.

» Solubilité dans l'eau : 19,2 pour 100 à + 15°. L'eau bouillante ainsi que l'alcool le décomposent avec formation d'oxyde mercurique.

» *Propionate de nickel.* — Sirop vert pâle qui, dans l'air sec, se transforme à la longue en une masse verte pulvérulente $(C^3H^5O^2)^2Ni + 2H^2O$, anhydre à 100°.

» *Propionate de plomb.* — Sirop épais qui, au bout de quelques jours, se prend en une masse cristalline molle $(C^3H^5O^2)Pb$, soluble dans l'eau et l'alcool, fusible avant 100°. Sa solution, bouillie avec de la litharge, puis abandonnée au refroidissement et filtrée, donne un liquide qui, sous l'influence de la chaleur, laisse déposer de petites aiguilles de propionate basique $(C^3H^5O^2)^2Pb, PbO$; 100 parties d'eau à + 20° en dissolvent 8,8 parties et 6,3 à 85°.

» *Propionate de potassium.* — Par évaporation de sa solution à consistance sirupeuse, se dépose sous forme de lames cristallines molles $C^3H^5O^2K + H^2O$, déliquescentes, anhydres à 120°, fusibles au delà de 300°. Solubilité dans l'eau : 178 de sel sec pour 100 à + 16° et 309 pour 100 à l'ébullition. Solubilité dans l'alcool (95°) : 22,2 de sel sec à + 13° et 26,4 pour 100 à l'ébullition.

» *Propionate acide de potassium.* — Lames cristallines déliquescentes, pouvant être chauffées à 100° sans perdre d'acide propionique.

» *Propionate de sodium.* — La solution évaporée, à consistance sirupeuse, se prend par le refroidissement en une masse cristalline molle $C^3H^5O^2, Na + H^2O$, déliquescente, anhydre à 100°. Solubilité dans l'eau : 99,1 de sel sec pour 100 à 15° et 187 pour 100 à l'ébullition. Solubilité dans l'alcool (95°) : 4,4 de sel sec pour 100 à + 13° et 8,4 pour 100 à l'ébullition. Ne forme pas de propionate acide.

» *Propionate de strontium.* — Aiguilles prismatiques

$$(C^3H^5O^2)^2Sr + 6H^2O.$$

Dans l'air sec, il perd $3H^2O$. A 100° il fond dans son eau de cristallisation et devient anhydre. Insoluble dans l'alcool. Solubilité dans l'eau : 27 de sel sec pour 100 à + 12°.

» *Propionate de zinc.* — Aiguilles $(C^3H^5O^2)^2Zn + H^2O$, anhydres dans l'air sec. Solubilité dans l'eau : 32 de sel sec pour 100 à + 15°. Solubilité dans l'alcool : 2,8 pour 100 à + 15° et 17,2 pour 100 à l'ébullition. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hydrogène sur les dérivés azotés du térébenthène.* Note de M. C. TANRET, présentée par M. Berthelot.

» 1. Si l'on traite par l'hydrogène naissant, en liqueur acide, les dérivés azotés de l'essence de térébenthine ou *hydrazocamphènes* ($C^{20}H^{17}AzO^4$) précédemment décrits, ils perdent moitié de leur oxygène et se transforment en autant de bases douées de propriétés particulières. L'opération se fait en chauffant légèrement avec de la limaille de fer et de l'acide sulfurique étendu la solution aqueuse des hydrazocamphènes jusqu'à ce que la liqueur ne se colore plus en violet par les persels de fer. Après refroidissement, on l'agite avec du chloroforme, puis on distille ce dernier qui s'est emparé des produits de la réaction. Le résidu est alors repris par l'eau et mis à cristalliser.

» Les corps ainsi obtenus ont la même composition et les mêmes réactions, mais, comme leurs générateurs, des propriétés physiques différentes. D'après leur composition, je les appellerai *dihydrocamphines* et les distinguerai en isomères α, β et β', correspondant ainsi aux hydrazocamphènes dont ils dérivent. Leur formule peut être représentée par $C^{40}H^{34}Az^2O^4$:

	α.	β.	β'.	Calculé pour $C^{40}H^{34}Az^2O^4$.
C	71,64	71,60	71,30	71,86
H	10,41	10,60	10,80	10,18
Az	8,40	»	»	8,39

» 2. *Propriétés physiques.* — Toutes ces dihydrocamphines sont volatiles, mais peu au-dessous de leur point de fusion. Elles sont anhydres et émettent, en se sublimant, une légère odeur camphrée. Elles sont également très solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme.

» L'isomère α se présente en cristaux aplatis en fer de lance. Il fond à 190° et bout vers 300° en se décomposant peu à peu. Il est soluble dans 13 parties d'eau à 13°; l'eau bouillante le dissout abondamment. Son pouvoir rotatoire $a_D = +50°$.

» Les isomères β et β' proviennent de la réduction de l'hydrazocamphène β, qui s'est ainsi dédoublé, comme on pouvait le prévoir d'après sa fusion graduelle (100°-114°). On les sépare en mettant à profit la grande différence de leurs solubilités dans l'eau.

» La dihydrocamphine β cristallise en tables rhomboïdales. Elle fond à 67° et bout vers 290°. Elle se dissout dans 10 parties d'eau à 13°. Sa solubilité dans l'eau est moindre à chaud qu'à froid; c'est ainsi que sa solution saturée se trouble à 45° et la laisse se séparer à l'état d'hydrate liquide. Son pouvoir rotatoire $a_D = + 27°$.

» L'isomère β′ cristallise en fines aiguilles fusibles à 128°. Il est soluble dans 40 parties d'eau à 13° et 30 parties à 100°. Il est également dextrogyre : $a_D = + 8°$. Chauffé en excès avec de l'eau, il s'y liquéfie comme β, mais seulement à 80°.

» 3. *Propriétés chimiques*. — Les dihydrocamphines sont neutres au tournesol. Chauffées pendant longtemps en tube scellé avec de l'acide chlorhydrique fumant ou de la potasse caustique concentrée, elles ne produisent pas d'ammoniaque : ce ne sont donc pas des amides. Elles se combinent aux acides pour former des sels cristallisés bien définis, dont toutefois quelques-uns sont assez instables. En solution acide, elles précipitent par le tannin, l'iodure ioduré, l'iodhydrargyrate de potassium, etc. Ce sont donc des bases qu'on peut rapprocher des alcaloïdes, notamment de ceux dont la réaction est neutre, comme la caféine, la narcotine, l'ergotinine, etc.

» 4. *Sels*. — L'hydrazocamphène α étant celui qu'on obtient en plus grande proportion, je me suis plus spécialement occupé des sels de la base qui en dérive.

» Le sulfate de dihydrocamphine α-$C^{40}H^{34}Az^2O^4, S^2H^2O^8$ ne se forme qu'en solution très acide. L'eau le décompose complètement.

» Le chlorhydrate $C^{40}H^{34}Az^2O^4, 2HCl$ s'obtient par évaporation de la base dans l'acide fumant. Il est moins décomposable par l'eau, mais il s'effleurit à l'air en perdant lentement de l'acide.

» L'azotate $C^{40}H^{34}Az^2O^4, 2AzHO^6$ cristallise dans l'eau sans décomposition. Il est plus stable à l'air que le chlorhydrate.

» Ces trois sels sont solubles dans le chloroforme ; mais, en présence d'une quantité d'eau convenable, ils lui cèdent leur base comme le font les sels correspondants de caféine.

» Le chloroplatinate $(C^{40}H^{34}Az^2O^4)^3 3HCl, PtCl^2$ s'obtient en mélangeant des solutions concentrées du chlorhydrate de la base et de chlorure de platine.

	Calculé pour 100.	Trouvé pour 100.
Cl..............	12,60	12,88
Pt..............	14,28	14,12

» Le chloromercurate $C^{40}H^{34}Az^2O^4, 2HgCl$ se prépare en versant une solution de sublimé dans une de dihydrocamphine.

» 5. *Base mercurielle.* — L'étude de ce chloromercurate a présenté des résultats assez nouveaux. En effet, si l'on verse dans sa solution un grand excès de soude, il se précipite sous forme d'une poudre cristalline une base formée de dihydrocamphine et d'oxyde de mercure. La composition de ce corps, séché à 100°, correspond à la formule $C^{40}H^{34}Az^2O^4, 2HgO$, avec léger excès de HgO.

	Trouvé pour 100.	Calculé pour 100.
Hg.............	38,8	36,36

» Cette base mercurielle cristallise en fines aiguilles blanches, solubles dans 70 parties d'eau à 13° et 30 parties à 100°. Elle n'est pas volatile. Elle commence à se colorer vers 225° et fond en un liquide brun vers 260°. Son pouvoir rotatoire $a_D = +47°$. Le chloroforme et l'éther la dissolvent, mais au bout de quelques instants seulement la solution se trouble, puis dépose l'excès de HgO de la base.

» Cette base a une réaction alcaline. Elle forme avec quelques acides des sels cristallisés; tandis que d'autres, comme l'acide sulfurique, même très étendu, la décomposent immédiatement. Si on la sature avec de l'acide chlorhydrique, on obtient un sel qui a exactement la composition du chloromercurate de dihydrocamphine.

	Trouvé pour le chloromercurate α.	Trouvé pour le chlorhydrate de la base mercurielle.	Calculé pour $C^{40}H^{34}Az^2O^4Hg^2Cl^2$.
Hg.........	33,01	32,84	33,05
Cl..........	11,55	11,48	11,73

» Le chloromercurate de dihydrocamphine n'est donc que le chlorhydrate d'une base mercurielle ou *hydrargyrine*. Je me propose de rechercher si cette assimilation peut être étendue à d'autres chloromercurates de bases organiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Homologues de l'acétylacétone; nouvelle méthode générale de préparation des acétones grasses.* Note de M. **Alphonse Combes**, présentée par M. Friedel.

« L'acétylacétone, dont j'ai précédemment décrit quelques propriétés, dissout facilement le sodium, avec dégagement d'hydrogène. Il se forme un composé monosodé, dans lequel le sodium s'est substitué à un des hydrogènes du chaînon CH^2

$$CH^3-CO-CHNa-CO-CH^3.$$

» En effet, ce composé, solide blanc, insoluble dans l'éther, est décomposé par l'eau en acétone et acétate de soude. Mais, si l'on vient à faire agir sur lui, en matras scellé, à la température de 130° à 140°, l'iodure d'éthyle, il se forme de l'iodure de sodium et un liquide qui, rectifié, bout à la température de 175° et dont la composition est celle de l'acétylacétone monoéthylée. En effet, l'analyse conduit aux nombres suivants :

	Trouvé.	Théorie pour $C^7H^{12}O^2$.
C	65,48	65,62
H	9,33	9,37

» C'est un liquide incolore, très peu soluble dans l'eau, comme l'acétylacétone. Il se dissout avec dégagement de chaleur dans une solution concentrée de bisulfite de sodium, mais il faut un refroidissement énergique pour obtenir une combinaison solide. Ce procédé est général et permet de préparer toutes les diacétones homologues de l'acétylacétone; c'est ainsi que la réaction de l'iodure d'amyle sur le dérivé sodé fournit un liquide bouillant à 225° : l'*amylacétylacétone.*

» Le second atome d'hydrogène du chaînon CH^2 est également remplaçable par le sodium. En effet, les diacétones précédentes dissolvent rapidement le sodium en dégageant de l'hydrogène; le produit que l'on obtient est encore solide et susceptible de réagir sur les iodures alcooliques; on peut donc obtenir par ce moyen toutes les diacétones des deux formes

$$CH^3-CO-CH(C^nH^{2n+1})-CO-CH^3$$

et

$$CH^3-CO-C\begin{cases}C^nH^{2n+1}\\C^mH^{2m+1}\end{cases}CO-CH^3,$$

dont aucune n'était connue.

» J'ai indiqué précédemment que l'acétylacétone se dédouble sous l'influence des alcalis en acétone et acétate alcalin; cette réaction est commune à toutes les diacétones précédentes : c'est ainsi que l'éthylacétylacétone traitée par la potasse fournit un liquide bouillant vers 100° et se combinant immédiatement au bisulfite de sodium. Ce liquide a été reconnu identique au méthylpropylcarbonyle, ou propylacétyle décrit par M. Friedel; l'équation suivante rend compte de cette réaction :

$$CH^3\text{-}CO\text{-}CH(C^2H^5)\text{-}CO\text{-}CH^3 + KOH$$
$$= CH^3\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}C^2H^5 + CH^3\text{-}COOK.$$

» L'amylacétylacétone, traitée par la potasse, fournit un méthylhexylcarbonyle bouillant vers 170° et se combinant lentement au bisulfite de sodium; les propriétés physiques de cette acétone permettent de l'identifier avec la méthylhexylacétone obtenue par M. Béhal par hydratation du caprylidène dérivé de l'huile de ricin.

» En résumé, la décomposition par la potasse des diacétones homologues de l'acétylacétone fournit un procédé nouveau pour obtenir toutes les acétones grasses de la forme $CH^3 - CO - C^nH^{2n+1}$. Ce nouveau mode de synthèse peut être pour certaines acétones difficiles à obtenir un moyen avantageux de préparation. En effet, l'acétylacétone s'obtient facilement en quantités presque théoriques et les autres opérations : formation du dérivé iodé, action de l'iodure alcoolique, dédoublement par la potasse, donnent des rendements théoriques [1]. »

ZOOLOGIE. — *Sur la présence du genre de Sarcoptides psoriques* Chorioptes *ou* Symbiotes *chez les Oiseaux*. Note de M. **Trouessart**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Jusqu'à ce jour, le genre *Sarcoptes* proprement dit était le seul genre d'Acariens producteurs de la gale constaté avec certitude chez les Oiseaux.

» Cependant, tout récemment, MM. Rivolta et Caparini ont signalé, sur des poules, la présence de deux Acariens qu'ils désignent sous les noms d'*Epidermoptes bifurcatus* et d'*E. bilobatus* (Rivolta), ce dernier synonyme de *Symbiotes avium* (Caparini), et qui seraient la cause d'affections psoriasiques graves constatées chez ces oiseaux.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

» Cette manière de voir a été combattue par M. Neumann ([1]), qui croit devoir attribuer plutôt ce psoriasis à la présence de l'*Achorion Schönleinii*, ou *Favus*, que ce naturaliste a retrouvé sur les poulets. Consulté par M. Neumann, j'ai dû contribuer à l'affermir dans cette opinion, en me fondant simplement sur l'examen des figures des deux Sarcoptides publiées par MM. Rivolta et Caparini. Dans ces figures, en effet, la forme du rostre et des membres n'indique nullement les habitudes *fouisseuses* propres aux psoriques, et le faciès est plutôt celui des Sarcoptides plumicoles.

» Il n'en est pas de même de la nouvelle espèce qui fait l'objet de cette Note, et qui vit sur le moineau (*Passer domesticus*) et probablement sur beaucoup d'autres oiseaux, car nous l'avons retrouvée sur une bécassine de l'Afrique australe (*Gallinago nigripennis*).

» La forme trapue, presque orbiculaire du corps, le rostre court et robuste, aussi large que long, les pattes épaisses et grandes, marginales, les tarses pourvus de forts crochets et d'un ambulacre à ventouse en forme de cloche porté sur un pédicule très court et simple, rangent incontestablement cet Acarien dans le genre *Chorioptes* (Gervais) ou *Symbiotes* (Gerlach). Le mâle a l'abdomen bilobé comme la plupart des autres espèces du genre, mais les pattes des deux paires postérieures sont beaucoup moins inégales que chez celles-ci; enfin, dans les deux sexes, toutes les pattes ont leur ambulacre bien développé, pourvu de sa ventouse et non atrophié ou remplacé par de simples soies, comme c'est souvent le cas chez les Sarcoptides psoriques. La couleur est d'un roux plus ou moins foncé. Le mâle mesure $0^{mm},25$ de long sur $0^{mm},20$ de large; la femelle, $0^{mm},27$ sur $0^{mm},20$.

» Ce Choriopte se trouve sur l'aile du moineau, au poignet, c'est-à-dire au point d'insertion des grandes rémiges, et ne semble pas pénétrer bien profondément sous la peau. Du reste, les replis naturels que le derme présente en ce point offrent à l'animal un logement suffisant, et la desquamation habituelle qui s'y produit par suite du développement de la plume ne doit pas être attribuée au parasite. On sait d'ailleurs que, chez les Mammifères, les Chorioptes ne produisent qu'une gale très superficielle, ou même intermittente suivant les saisons, comme c'est le cas chez le *Chorioptes spathiferus* (Mégnin) du cheval. Une autre espèce (*Ch. ecaudatus*) vit dans l'oreille du chat et du chien en se nourrissant simplement de cérumen, et sans piquer la peau. Le Choriopte du moineau n'en doit pas moins être la principale cause des démangeaisons intolérables qui

([1]) *Revue vétérinaire de Toulouse,* mars 1887, p. 121.

poussent cet oiseau à se rouler dans la poussière, comme on le voit faire si souvent pendant l'été.

» Par sa forme courte et trapue ce nouveau Choriopte est bien distinct des deux espèces décrites par MM. Rivolta et Caparini, mais il se rapproche plus de l'*Epid. bifurcatus* que de l'autre espèce. On trouve aussi, chez le Moineau, un très petit *Pterolichus* que nous nommerons *Pt. dermicola*, parce qu'il vit sur la peau du corps, dans le duvet et non sur les grandes plumes comme les autres Analgésiens : sa couleur pâle, blanchâtre et transparente, sa forme plus allongée, empêchent de le confondre avec le Choriopte que nous venons de décrire.

» Nous proposons de nommer cette nouvelle espèce *Chorioptes avus* (le nom de *Ch. avium* étant préoccupé), en faisant allusion à ce fait que, selon toute probabilité, les Sarcoptides psoriques des Mammifères leur sont venus des Oiseaux, si riches en plumicoles. Il est impossible, en effet, de ne pas être frappé des rapports étroits qui unissent les psoriques aux plumicoles, tandis que les *Sarcoptides gliricoles*, habitant le pelage des Mammifères, constituent un groupe bien distinct.

» Les deux espèces de MM. Caparini et Rivolta, celle qui fait l'objet de cette Note et quelques autres, font si bien, même par les mœurs, le passage entre les Sarcoptides psoriques et les plumicoles, que l'on sera peut-être conduit par la suite à réunir les deux sous-familles. Déjà nous avons signalé une espèce de plumicoles (*Megninia psoroptus*), dont la femelle présente l'atrophie des pattes postérieures si caractéristique des psoriques, et qui s'introduit, comme beaucoup d'autres, dans le tuyau des plumes. C'est là un acheminement vers la vie sous-épidermique, et une nouvelle forme de *gale intermittente* analogue à celle découverte par M. Mégnin chez les Mammifères. »

GÉOLOGIE. — *Age du soulèvement de la montagne Noire* (¹). Note de M. A. Caraven-Cachin.

« Il nous a paru intéressant de déterminer l'âge du soulèvement de la Montagne-Noire. Des observations récentes nous ont permis de fixer

(¹) Les Cévennes méridionales, qui vont du mont Lozère au col de Naurouse, sont connues sous quatre dénominations bien distinctes : 1° à Lodève, on les appelle les

l'époque où s'est manifesté ce puissant ébranlement orogénique, qui intéresse particulièrement la géologie des départements du Tarn, de l'Hérault, de l'Aude et de la Haute-Garonne.

» L'époque du soulèvement de la montagne Noire est récent; il s'est produit au commencement de l'éocène supérieur et non à la fin de cet étage, comme le pensaient plusieurs savants du Midi de la France.

» Nous avons constaté l'absence, dans la montagne Noire, des ophites et des lherzolites, roches si communes dans les Pyrénées; mais, en revanche, nous avons signalé dans cette région la présence des diorites, des amphibolites et des serpentines. Aussi, tandis que M. de Lapparent adopte, pour la date du soulèvement des Pyrénées, le ligurien supérieur, nous croyons devoir assigner au grand effort orogénique de la montagne Noire un âge plus reculé, que nous fixons définitivement entre la fin du bartonien et l'aurore du ligurien inférieur, ainsi que nous espérons le démontrer.

» Nous allons résumer ici les principaux Chapitres de notre Mémoire.

» Dans le pays castrais l'éocène a pour substratum les schistes argileux du silurien. La formation tertiaire débute à la base par des argiles blanches kaoliniformes, au-dessus desquelles s'étalent successivement des conglomérats arénacés, des brèches et des argiles rutilantes. Cet étage varié constitue d'après nous l'étage lutétien.

» Au-dessus de cette formation tertiaire s'étend le plateau calcaire du grand Causse d'Augmontel ou de Labruguière, surmonté lui-même par des marnes rouges, dont la plus grande partie a été presque entièrement détruite par les érosions tertiaires : c'est l'étage bartonien.

» Le lutétien, simple formation littorale, suit toujours l'inclinaison générale du calcaire bartonien qu'il supporte. A Castres, la pente totale de cet étage est de 130^m, représentant, sur une distance de 12^{km}, un plongement moyen de $10^{mm},83$ par mètre courant.

» Les couches du calcaire bartonien du sommet de la butte d'Augmontel, qui a 362^m d'altitude, courent et s'abaissent vers l'ouest jusqu'à 182^m au Rocher de Lunel, près de Castres, ce qui donne, sur 12^{km} de longueur, une différence de 180^m ou une moyenne de 15^{mm} par mètre.

---

monts Garrigues ou des Garrigues; 2° aux sources de l'Orb et de l'Agoût, monts de l'Espinousse; 3° entre la haute vallée de l'Agoût et Saint-Pons, montagne du Somail; 4° enfin, entre Saint-Pons et Labécède, montagne Noire.

» En outre, nous trouvons, à 4^{km} de Valdurenque, une cassure sans rejet qui forme une longue ligne de dépression traversant, du nord au sud, le Causse tout entier.

» La cassure, qui court de la Durenque au Thoré, n'est pas l'unique fracture transversale que les oscillations du sol ont provoquée dans le Causse bartonien de Labruguière. A la base du Causse s'ouvre un profond défilé où la dislocation a été très énergique, puisqu'elle a divisé d'un bout à l'autre les calcaires bartoniens et les argiles lutétiennes jusqu'aux couches schisteuses carburées et fragmentées du silurien inférieur, qui se montrent à découvert à côté du domaine de Cantegrel. Ces cassures transversales vont du nord au sud et aboutissent à la rivière du Thoré.

» Nous avons aussi constaté des accidents longitudinaux qui se sont produits dans cette région, qui a été très éprouvée par le soulèvement de la Montagne-Noire.

» Une première faille, orientée de l'est à l'ouest, a bouleversé les calcaires du Causse sur leur bordure méridionale. La rivière du Thoré a pris possession des lèvres de cette faille démesurément agrandie par les érosions postérieures, et coule sur ce terrain admirablement préparé pour former le lit naturel des eaux descendues du versant nord de la montagne Noire.

» Sur le versant septentrional du Causse d'Augmontel, un accident absolument identique au premier a affecté les calcaires de cette région, tout en conservant la même direction est-ouest et amenant les mêmes résultats hydrographiques. Ici, c'est la rivière de la Durenque qui a creusé son lit sur les lèvres d'une faille longitudinale s'étendant entre Pisselièvre et Castres sur un parcours de 8^{km} environ.

» Avant que l'énergie interne, dont nous cherchons à retracer l'histoire, eût fait sentir son influence sur les calcaires bartoniens, ces derniers étaient déjà recouverts par un épais manteau d'argile bartonienne, qui paraît avoir atteint 400^{m} de puissance.

» Ces argiles ont joué un rôle prépondant pendant cette période géologique ; elles ont subi les mêmes accidents que les calcaires ; elles ont été fracturées, disloquées et régulièrement inclinées de l'est à l'ouest, ainsi que le prouvent les vastes dépôts des Tuileries-Neuves de Saint-Hippolyte, près de Castres.

» Au mouvement d'émersion de la montagne Noire, qui avait jeté un trouble si profond dans les formations lutétiennes et bartoniennes du pays castrais, succédèrent des érosions extraordinaires et très prolongées

dont l'activité incessante allait communiquer une physionomie nouvelle à nos contrées.

» Le causse d'Augmontel fut complètement déblayé et dénudé, tandis que, dans la montagne Noire, des érosions furent assez puissantes pour abaisser sa ligne de faîte dans de vastes proportions, en détruisant une grande partie des couches granitiques récemment soulevées [1]. Il nous semble qu'on n'a pas assez insisté sur les érosions considérables qui se sont produites pendant l'éocène supérieur et qui étaient peut-être aussi violentes que celles de l'époque quaternaire.

» Enfin les grands dépôts liguriens prirent définitivement leur essor vers la fin de la dénudation argileuse. Ils reposent toujours en stratification discordante, tantôt sur les calcaires récemment dénudés, tantôt sur les bancs d'argiles qui s'étaient soustraits à l'action dissolvante des courants. Cette stratification discordante du ligurien, par rapport aux couches lutétiennes et bartoniennes, doit être considérée comme un des traits les plus saillants de la géologie de notre région.

» Les couches liguriennes présentent toujours entre elles une parfaite horizontalité. Partout où les grès molasse de la plaine s'appuient directement sur les flancs de la montagne Noire, on constate l'horizontalité évidente des couches liguriennes, qui se sont déposées, sans accidents, sur leur substratum silurien définitivement soulevé.

» Il résulte donc de ces minutieuses études que le soulèvement de la montagne Noire est plus récent que la formation des couches lutétiennes et bartoniennes si profondément disloquées, et plus ancien que les assises liguriennes, horizontalement déposées sur des terrains ébranlés, inclinés, disloqués et fracturés.

» En outre, nous voyons dans le sud-ouest de la France les épanchements amphibolitiques, dioritiques et serpentineux précéder les éruptions ophiolitiques et les lherzolites, qui ont été très abondantes dans la chaîne des Pyrénées.

» Enfin, depuis la fin du bartonien, nous ne trouvons plus trace de soulèvement et de dislocations dans les terrains tertiaires et quaternaires du Tarn. »

---

(1) La montagne Noire proprement dite, aux limites du Tarn et de l'Aude, présente une ligne de faîte essentiellement granitique. Des Escudiers, près d'Arfons (Tarn), jusqu'à Pradelles (Aude), dans la direction du mas Cabardès, le granite constitue l'axe de la montagne dans presque toute sa largeur.

ANTHROPOLOGIE. — *Sur les dolmens de l'Enfida.* Note de M. **Rouire.**

« Sur le territoire de l'Enfida, dans la Tunisie centrale, se trouve une des plus remarquables agglomérations de dolmens qui aient jamais été découvertes. Depuis ces dernières années, divers voyageurs en avaient signalé l'existence, mais aucun d'eux n'avait pu en donner une description méthodique.

» La région où se trouvent les dolmens est, dans son ensemble, un pays plat. Elle constitue une partie de la grande plaine de l'Enfida, laquelle n'est elle-même que le prolongement de l'immense plaine de Kairouan vers la mer. Le terrain que recouvrent les dolmens est rocailleux, parsemé d'affleurements calcaires formant îlots au milieu de terres sablonneuses et argileuses. Là, sur un espace de 250^{ha}, les dolmens sont groupés au nombre de huit cents environ, sans ordre apparent et séparés les uns des autres par des intervalles variant de 10^m à 50^m. Tous appartiennent à un type régulier et parfaitement défini. Ce sout des dolmens se composant d'une longue dalle de pierre horizontale, reposant sur des dalles verticales qui se joignent à angle droit.

» Le coffret rectangulaire ainsi formé n'est jamais complet. Tantôt la dalle de recouvrement manque ou ne ferme le monument que d'une manière insuffisante; tantôt une des quatre dalles verticales qui, primitivement, formaient les quatre côtés du coffre, a disparu.

» La plupart des dolmens de l'Enfida ne sont pas recouverts d'amas de terre ou de pierre formant tumulus; mais il existe dans certains bas-fonds ou dépressions du sol de véritables dolmens enfouis. A fleur de terre, en effet, on aperçoit de grosses pierres, des dalles de nature et d'aspect semblables à celles qui recouvrent les dolmens découverts.

» Les gens du pays prétendent d'ailleurs que ce sont des monuments pareils à ceux qui s'élèvent au-dessus des terres qui les avoisinent. Le temps m'a manqué pour vérifier le fait.

» Tous les dolmens que j'ai pu apercevoir avaient leur entrée à l'est ou au sud-est, mais je n'oserais cependant avancer que l'orientation au levant soit un fait constant s'étendant à tous les dolmens de l'Enfida. Bon nombre de monuments de ce genre n'ont pu être, en effet, étudiés par moi sous ce rapport.

» Par contre, un caractère que je puis déclarer commun à tous ces dol-

mens est l'exiguïté de leurs dimensions. Ces dimensions rappellent celles de la province de Constantine et en particulier des dolmens de Roknia. Le coffre funéraire ne mesure pas plus de 1^m à $1^m,50$ de longueur et de $0^m,80$ à 1^m de largeur. La hauteur des dalles verticales ne dépasse guère 1^m et ne l'atteint pas toujours. L'épaisseur des dalles varie entre $0^m,20$ et $0^m,25$.

» De nombreux blocs de pierre calcaire, ayant deux ou trois fois la grosseur du poing, posés à plat en terre, décrivent autour du coffre funéraire des enceintes circulaires. Tantôt une enceinte unique entoure un dolmen, tantôt cette même enceinte unique entourera deux, trois, quatre et jusqu'à six dolmens; tantôt enfin deux enceintes circulaires concentriques entoureront un ou plusieurs dolmens. Enfin, toutes ces enceintes circulaires sont, à leur tour, englobées dans une grande enceinte, circulaire également, qui enveloppe dans son périmètre jusqu'à cent dolmens.

» A diverses reprises, les beys avaient envoyé faire ou laissé faire des ouilles dans les dolmens; ces fouilles, d'après l'avis unanime des gens du pays, seraient restées infructueuses. J'ai, pour ma part, fouillé douze dolmens.

» De ces douze dolmens, les uns ont été trouvés vides, les autres contenaient des ossements, associés ou non à des poteries, que quelques coups de pioche donnés avec mesure ont mis à jour à $0^m,20$ ou $0^m,30$ de profondeur. Aucun silex.

» Les ossements proviennent de métatarses, de phalanges des orteils ou des doigts, de tibias ou de fragments du fémur, de vertèbres ou d'os costaux. Malheureusement, je n'ai pu trouver, en fait d'os du crâne, qu'un petit fragment de sphénoïde.

» Les poteries sont déposées au musée d'Ethnographie; elles sont comprises du n° 14847 au n° 14851 : elles consistent en une lampe non fermée, en terre, fort grossière, pétrie et modelée à la main; en une grossière petite tasse cylindrique aplatie, à pâte à grains calcaires très apparents; en une espèce de petite soucoupe, en terre grossière et bien cuite, à pâte à gros grains calcaires; en un petit pot, de même terre, et en un autre plus grand, très incomplet, grossier et bien cuit. »

CHIRURGIE. — *Transplantation osseuse interhumaine (greffe massive) dans un cas de pseudarthrose du tibia gauche chez un jeune homme de dix-neuf ans.* Note de M. **A. Poncet.** (Extrait.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une observation de greffe osseuse *massive :* il s'agit de la transplantation d'une moitié de la première phalange du gros orteil d'un adulte, dans un foyer de pseudarthrose du tibia, les parties molles étant cicatrisées depuis longtemps et l'intervalle qui séparait les deux extrémités tibiales mesurant 4^{cm} environ.

» Le malade qui reçut le transplant osseux est un jeune homme de dix-neuf ans qui, le 25 novembre 1885, fut atteint, dans un éboulement, d'une fracture compliquée de la jambe, siégeant à la partie moyenne. Le fragment supérieur faisait hernie à travers la peau; des accidents phlegmoneux entraînèrent une nécrose étendue des extrémités fracturées, et, lorsque le malade entra à l'Hôtel-Dieu, au mois de décembre 1886, la plaie était complètement cicatrisée : il n'y avait aucune trace de consolidation. Les deux fragments osseux, plutôt atrophiés qu'hyperostosés, étaient séparés par un intervalle de 35^{mm} à 40^{mm}; ils n'étaient en continuité profondément que par un cordon de peu d'épaisseur faisant corps avec la cicatrice cutanée déprimée entre les deux extrémités du tibia. Quant au péroné, qui ne paraissait pas avoir été fracturé et qui, dans tous les cas, s'était consolidé sans déformation, il mesurait la même longueur que le péroné opposé. Formant attelle, il s'était opposé au rapprochement des extrémités fracturées : ainsi s'expliquait la pseudarthrose. On devait songer, en pareil cas, comme traitement, soit à la greffe osseuse, soit à la résection du péroné, en enlevant au niveau de la pseudarthrose une longueur de cet os, égale à la solution de continuité du tibia, de façon à pouvoir mettre en contact les moignons osseux avivés. Je me décidai pour la première intervention chirurgicale, en tenant compte de sa simplicité, de son innocuité et du désir exprimé par le malade.

Le 19 janvier dernier, une amputation de la jambe droite au lieu d'élection, pratiquée chez un homme de 43 ans, qui avait eu, quelques heures auparavant, la jambe broyée par une roue de wagon, me fournit la matière ostéoplastique. Ce sujet était sain, vigoureux, sans aucune tare pathologique. Je choisis la première phalange du gros orteil en raison de son volume, de ses dimensions; elle paraissait devoir mieux combler l'inter-

valle entre les deux fragments; sa structure, en partie spongieuse, justifiait en outre ce choix. Les deux extrémités articulaires, recouvertes des cartilages diarthrodiaux, furent retranchées sur une hauteur de 3^{mm} à 4^{mm}, et la phalange partagée en deux suivant son grand axe, avec une scie fine d'horloger. Une des moitiés, longue de 26^{mm}, large de 10^{mm} environ, fut laissée pendant trois minutes dans une solution tiède de sublimé à $\frac{0,50}{1000}$, pour la rendre aseptique. Le malade de la pseudarthrose anesthésié, on mit à découvert, par une incision cruciale, un cordon fibreux, blanchâtre, du volume d'une plume d'oie, ne renfermant aucun noyau osseux, et constituant un pont cicatriciel entre les deux extrémités fracturées. Ce tissu fut incisé avec soin suivant sa longueur, et les deux fragments du tibia, un peu raréfiés, furent aisément avivés avec de petites cisailles. Une moitié de la phalange fut placée entre les extrémités osseuses; elle reposait, par sa portion spongieuse, au fond de la gouttière fibreuse dont on ramena les bords sur sa face périostique, à la partie moyenne par un point de suture avec un fil fin de catgut. Par son extrémité inférieure, elle était en contact avec l'extrémité tibiale correspondante, mais elle était distante du fragment supérieur de 5^{mm} à 6^{mm}.

» Les bords de la plaie cutanée ne furent pas réunis. Soins antiseptiques minutieux. Immobilisation du membre dans une attelle plâtrée.

» Huit jours après, lorsqu'on enleva le premier pansement, la greffe, de coloration blanchâtre, était dépouillée de son périoste sur la plus grande partie de son étendue; des bourgeons charnus de belle apparence l'entouraient.

» Lors du deuxième pansement, un mois après, elle était recouverte, dans ses deux tiers au moins, par des bourgeons qui l'encastraient et paraissaient la fixer solidement au fragment inférieur; en haut elle était mobile, mais cependant en continuité avec l'extrémité tibiale, par une couche de granulations. On la trouvait dénudée sur une longueur de 4^{mm} à 5^{mm}.

» Le 21 mars, soixante-deux jours après la transplantation, la greffe est recouverte presque complètement par de beaux bourgeons nivelés. Sur un point répondant à sa partie moyenne, on l'aperçoit dénudée, d'une teinte blanc rosé, et le stylet perçoit une surface dénudée de 3^{mmq} à 4^{mmq}.

» L'intervalle entre les deux extrémités de la pseudarthrose est en grande partie comblé, mais il reste de la mobilité. Ne sachant pas exactement à quoi m'en tenir sur la vitalité du tissu transplanté, voulant hâter la guérison du malade retenu au lit depuis dix-sept mois, je me décidai à

pratiquer la seconde opération capable de donner une consolidation utile pouvant permettre l'usage du membre. Après avoir réséqué $0^m,06$ du péroné au niveau de la pseudarthrose, j'enlevai la greffe et j'avivai les extrémités tibiales pour les mettre en contact. La moitié de phalange transplantée s'était bien réellement greffée, elle vivait dans toute sa masse. A peine fixée au fragment supérieur, dont elle était séparée par une couche de bourgeons épaisse de 5^{mm} à 6^{mm}, elle se continuait directement avec le fragment inférieur auquel elle adhérait intimement. En avant et en dehors, recouverte par des bourgeons de plus en plus feutrés et formant profondément une membrane d'enveloppe continue, elle ne pouvait être libérée qu'avec un détache-tendon; par sa face spongieuse elle se confondait avec la gaine fibreuse sous-jacente.

» L'adhérence avec l'extrémité tibiale voisine était solide, résistante, non pas que les deux faces osseuses fussent cimentées ensemble : on pouvait, en tirant, les écarter l'une de l'autre de 1^{mm} à 2^{mm}; mais elles étaient unies par une gaine fibreuse, épaisse, nouveau périoste faisant corps, surtout avec le tissu spongieux de la face postérieure qu'il recouvrait dans les deux tiers de sa hauteur.

» La phalange transplantée a une teinte rosée, vasculaire; sur une coupe antéro-postérieure suivant son grand axe, on croirait voir un os frais, récemment enlevé; le tissu spongieux, non raréfié, dur à la coupe, paraît plus vasculaire qu'à l'état normal. Le segment osseux transplanté ne s'est ni accru, ni résorbé; il a sensiblement la même longueur que lors de son insertion au centre de la pseudarthrose; sur les bords seulement, en quelques points, la substance compacte, échancrée, paraît avoir été entamée par les bourgeons.

» Que fût-il advenu si la greffe eût été abandonnée à elle-même? Je l'ignore, aucune observation de ce genre n'ayant été faite chez l'homme.

» Si l'on doit croire qu'en raison de la solidité nécessaire au tibia pour exercer sa fonction, qui est de supporter la moitié du poids du corps, elle ne fût pas parvenue à donner une consolidation fonctionnelle, il n'en reste pas moins établi qu'elle eût pu contribuer à l'édification d'une colonne osseuse résistante. Le fait important est la greffe d'un transplant osseux massif qu'on n'avait point eu encore l'occasion de constater chez l'homme; mais on savait, par les belles expériences de M. Ollier, que l'on pouvait ainsi obtenir, chez les oiseaux, des greffes complètes et fécondes. Notre observation est d'autant plus instructive que les conditions de réussite laissaient à désirer; le tissu osseux transplanté appartenait, en effet, à un homme

de quarante-trois ans, relativement âgé, et le tissu cicatriciel, qui reçut la greffe, n'avait plus aucune propriété ostéogénique...... »

M. **Delaurier** adresse un Mémoire sur une nouvelle chaudière à vapeur qu'il nomme : « Chaudière théorique ».

M. F. **Privat** adresse une Note portant pour titre : « Développement en séries des valeurs des coordonnées rectangulaires de la trajectoire des projectiles dans l'air ».

La séance est levée à 4 heures un quart. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mars 1887.

Annuaire pour l'an 1887, publié par le Bureau des Longitudes, contenant la Notice suivante ; *La Photographie astronomique à l'Observatoire de Paris et la Carte du ciel; par* l'Amiral Mouchez, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris. In-18 de 890 pages, avec figures dans le texte, deux nouvelles Cartes magnétiques, et trois Planches hors texte, dont deux en héliogravure. Paris, Gauthier-Villars; 1887. (Présenté par M. Faye.)

Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse pour les Sciences mathématiques et les Sciences physiques. Tome I, 1er fasc.; 1887. (Deux exemplaires.) Paris, Gauthier-Villars; br. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 15e session (Nancy, 1886), Ire Partie : *Documents officiels. Procès-verbaux.* Paris, au Secrétariat de l'Association, 1887; vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Les mouvements cycloniques; par Th. Schwedoff. Paris, Bureau des *Deux-Revues,* 1887; br. in-8°.

Remarques théoriques sur les mouvements giratoires de l'atmosphère; par M. Henri Lasne. (Note extraite de l'*Annuaire de la Société météorologique de France.*)

L'homme contemporain du Mammouth à Spy, province de Namur (Belgique);

par Marcel de Puydt et Max. Lohest. Namur, Lambert de Roisin, 1887; br. in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France; livraison 9: *Terrains tertiaires. Éocène, Échinides; par* M. Cotteau. Paris, G. Masson, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Terrains tertiaires du département des Alpes-Maritimes et poudingues pliocènes qui recouvrent la contrée depuis l'Esterel jusqu'à San Remo; par le Dr Niepce. Nice, Caisson et Mignon, 1875; br. in-8°. (Présentée par M. Daubrée.)

Atlas-Manuel de l'histologie des drogues simples; par J. Godfrin et Ch. Noel. Paris, F. Savy, 1887, album petit in-4°.

Relevé comparatif des Bulletins démographiques et sanitaires fournis par les villes de France d'une population de 30 000 *habitants au moins, pour le mois de janvier* 1887; br. in-8°. (Publié par le Ministère du Commerce et de l'Industrie.)

De la régénération des nerfs; par C. Vanlair. 7 br. in-8°. (Présentées par M. Vulpian.) (Renvoi au concours Lallemand.)

Traité de Pathologie externe; par A. Poulet et H. Bousquet. Paris, Octave Doin, 1885; 3 vol. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris, publiés par le Ministère du Commerce et de l'Industrie; t. XXXVI à XLI. Paris, Imprimerie nationale, 1886; 13 vol. in-4°.

Mineral Physiology and Physiography, a second series of chemical and geological essays; by Thomas Sterry Hunt. Boston, Samuel and Cassino, 1886; vol. in-8°.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences; Vol. VII, Part I. New-Haven, published by the Academy, 1886; vol. in-8°.

United States geological Survey. Geological history of lake Lahontan, a quaternary lake of northwestern Nevada; by Isral Cook Russell. Washington, Government printing Office, 1885; vol. in-4°.

Jahrbuch des Königl. Sächs. meteorologischen Institutes, 1885; dritter Jahrgang. Chemnitz, 1886; vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 mars 1887.

Edmond Laguerre. Sa vie et ses travaux; par M. Eugène Rouché. Paris, Gauthier-Villars, 1886; br. in-4°. (Présenté par M. Bertrand.)

Les landes de Gascogne. Leur assainissement, leur mise en culture, exploi-

tation et débouchés de leurs produits; par M. Chambrelent. Paris, Baudry et Cie, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Recherches critiques et expérimentales sur l'innervation indirecte de la peau; par C. Vanlair. Gand, Vanderprooten, 1886; br. in-8°.

Muscologia gallica. *Descriptions et figures des Mousses de France et de quelques espèces des contrées voisines; par* T. Husnot; 5e livraison. Paris, Savy, 1887; br. in-8°.

Tableaux statistiques de l'épidémie cholérique de 1884, *à Paris, et étude statistique des épidémies antérieures, publiés par la Préfecture de la Seine.* Paris, Société anonyme des Imprimeries réunies, 1886; gr. in-8°.

Annuaire de la Marine et des Colonies pour 1887; Paris, Berger-Levrault et Cie, in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France; 3e série, T. XV, feuilles 5-8. Paris, au siège de la Société, 1887; br. in-8°.

Recueil zoologique suisse, T. IV, n° 1. Genève, Bâle, H. Georg, 1886; br. in-8°.

Sopra una Memoria dei professori I. Taramelli *e* G. Mercalli : *I Terremoti andalusi cominciati il* 25 *dicembre* 1884. *Relazione ed osservazioni del* P. Timoteo Bertelli. Torino, 1887; br. in-4°.

Acta mathematica, journal rédigé par G. Mittag-Leffler. 9 : 3. Stockholm, Beijer, 1887; br. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Sitzungsberichte der königlich preussischen Academie der Wissenschaften zu Berlin; XL à LIII. Berlin, 1886; 9 br. in-8°.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales for 1885; Vol. XIX. Sydney, Thomas Richards, 1886; in-8°.

Memoirs of the literature college, imperial University of Japan; n° 1. Published by the imperial University, 1887; in-4°. (Deux exemplaires.)

ERRATA.

(Séance du 21 mars 1887.)

Page 831, ligne 3, *au lieu de* la route trachytique, *lisez* la roche trachytique.
Page 855, ligne 15, *au lieu de* sels calcaires, *lisez* sels alcalins.
Page 870, ligne 7 en remontant, *au lieu de* biolite, *lisez* biotite.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AVRIL 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Recherches sur certains phénomènes relatifs à l'aberration de la lumière*; par M. FIZEAU.

« Les considérations qui font le sujet de ce travail ont principalement pour but de rechercher la nature des phénomènes qui peuvent se produire dans la réflexion d'un faisceau de lumière à la surface d'un miroir, lorsqu'on suppose ce miroir animé d'une vitesse assez grande pour être comparable à la vitesse de la lumière.

» Nous considérons d'abord, comme parfaitement établie par des expériences certaines, la notion de l'indépendance et de la liberté complète de l'éther, relativement au mouvement des corps pondérables, et de l'immobilité de ce milieu dans toutes les expériences où l'observateur et les instruments participent, comme toujours, à la vitesse cosmique de la Terre, vitesse sensiblement constante, d'environ $\frac{1}{10000}$ de celle de la lumière, et dont la direction variable avec l'heure est toujours bien connue.

» Nous regardons également comme très certaine la donnée fournie par l'expérience aux physiciens, que dans toutes les observations faites avec une lunette dirigée vers une source de lumière terrestre, soit directement, soit avec une réflexion intermédiaire sur un miroir plan, la direction des rayons directs ou réfléchis est absolument constante et indépendante de l'orientation de l'appareil relativement au sens du mouvement de la Terre.

» Un autre point également certain, c'est que, si l'on dirige une lunette dans le ciel vers une étoile, au lieu d'une mire terrestre, la direction vraie des rayons sera changée d'une petite quantité (20",463) ou de l'angle d'aberration lorsque le mouvement cosmique sera perpendiculaire au rayon, et d'un angle plus petit dans les orientations moins favorables. De plus, si la lunette est dirigée vers la même étoile, avec une réflexion intermédiaire sur un miroir, on admet encore que l'angle d'aberration doit avoir, dans tous les cas, la même valeur numérique que sans le miroir, supposition plausible, sans doute, mais qui ne repose jusqu'ici sur aucune base certaine.

» Nous allons essayer avec ces données de déterminer la part que doivent prendre individuellement à ces phénomènes la lunette, le miroir, et la source de lumière; car, avec les principes que nous venons de rappeler, on voit de suite que toutes les parties de l'appareil d'observation doivent concourir au résultat final.

» D'ailleurs un intérêt particulier s'attache aujourd'hui à la connaissance précise du rôle qu'il convient d'attribuer au miroir dans ce genre d'observations, depuis que M. Lœwy a fait connaître sa nouvelle méthode pour la mesure astronomique de la constante de l'aberration, méthode basée sur l'emploi d'une lunette et de deux miroirs inclinés l'un sur l'autre.

» Si l'on considère d'abord l'expérience faite avec une mire terrestre et une réflexion intermédiaire; sachant que l'aberration résultante est nulle, avec ou sans la réflexion (résultat vérifié avec précision par M. Mascart), bien que des aberrations partielles se produisent réellement, mais avec des valeurs égales et contraires, on parvient à déterminer la véritable valeur de l'aberration produite par le miroir seul de la manière suivante :

» ε étant l'angle d'aberration, on a généralement

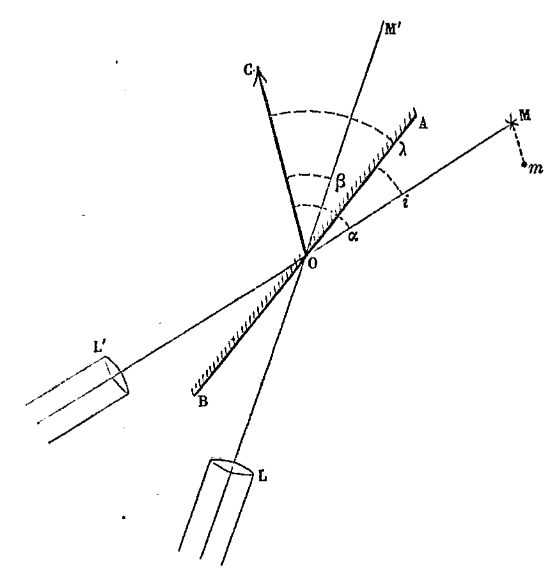
$$\sin\varepsilon \text{ ou } \varepsilon = \frac{v}{V}\sin\alpha \quad (\varepsilon \text{ étant très petit});$$

$\frac{v}{V}$ est le rapport $\left(\frac{1}{10000}\right)$ entre la vitesse de la Terre et celle de la lumière;

α et β sont les angles que fait la direction du mouvement cosmique OC avec l'axe de la lunette dans les deux positions L et L';

OC la direction du mouvement ou de sa projection sur le plan de la réflexion MOL du rayon sur le miroir AB;

L et L' deux positions différentes de la lunette dans laquelle l'aberration se produit.



» Si l'on suppose la lunette en L' visant directement (sans miroir) la mire terrestre M, il se produit dans la lunette un effet d'aberration $\frac{v}{V}\sin\alpha$, lequel est annulé par le mouvement de la mire se déplaçant de m en M et donnant lieu à un effet exprimé par $-\frac{v}{V}\sin\alpha$. L'angle d'aberration est donc égal à o.

» Si la lunette est placée en L suivant la direction du rayon réfléchi, l'aberration qui se produit dans la lunette est différente de la précédente à cause de la différence des angles α et β. Elle devient $-\frac{v}{V}\sin\beta$ augmentée de $-\frac{v}{V}\sin\alpha$ à cause du mouvement de la source qui semble être en m; à ce double effet s'ajoute celui dont nous cherchons la valeur, laquelle peut être supposée de la forme $\frac{v}{V}x$. Mais sachant, d'autre part, que l'aberration par réflexion d'une mire terrestre est toujours nulle, quelle que soit la direction

du mouvement, on doit avoir l'égalité

$$(1) \qquad \frac{v}{V}x = \frac{v}{V}\sin\beta + \frac{v}{V}\sin\alpha$$

ou bien

$$(2) \qquad x = \sin\beta + \sin\alpha = 2\sin\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)\cos\left(\frac{\alpha-\beta}{2}\right).$$

On a, de plus, d'après les angles de la figure,

$$\frac{\alpha+\beta}{2} = \lambda \qquad \text{et} \qquad \frac{\alpha-\beta}{2} = i$$

et, par suite,

$$(3) \qquad x = 2\sin\lambda\cos i;$$

tel est le coefficient de $\frac{v}{V}$ qui représente l'effet dû au mouvement du miroir.

» Si l'on suppose maintenant que l'on remplace la mire terrestre par une étoile, source de lumière indépendante du mouvement, la lunette en L', en faisant abstraction du miroir, donnera, comme précédemment, une aberration $\frac{v}{V}\sin\alpha$, mais sans valeur de signe contraire qui l'annule; c'est l'aberration céleste ordinaire.

» D'autre part, si la lunette est placée en L, on aura l'aberration due au miroir avec la valeur que l'on vient de déterminer, soit $\frac{v}{V}2\sin\lambda\cos i$, et, de plus, l'aberration produite dans la lunette par le mouvement suivant l'angle β, c'est-à-dire $-\frac{v}{V}\sin\beta$.

» D'après ce qui précède (2) et (3), on est conduit immédiatement à la relation

$$\frac{v}{V}\sin\alpha = \frac{v}{V}2\sin\lambda\cos i - \frac{v}{V}\sin\beta.$$

» Dans cette équation, le premier membre représente l'aberration produite dans la lunette dirigée, sans le miroir, vers l'étoile.

» Le second membre donne, par son premier terme, l'aberration produite par la réflexion sur le miroir et, par son second terme, l'aberration produite dans la lunette dirigée, avec le miroir, vers l'étoile; la somme de ces deux effets, avec leurs signes, représentant le phénomène total observé avec une lunette munie d'un miroir. Cette somme ne diffère pas en

grandeur du phénomène observé avec une lunette seule, suivant la méthode ordinaire des astronomes, en tenant compte seulement du sens dans lequel la réflexion intervertit les apparences.

» Cette formule peut aisément être discutée d'une manière complète, et l'on peut s'assurer ainsi qu'elle représente avec exactitude les effets en apparence les plus complexes résultant des diverses orientations que l'on peut attribuer à la lunette, au miroir et à la direction du mouvement terrestre; à la condition, toutefois, de tenir un compte exact du sens dans lequel les angles sont indiqués sur la figure à partir de la direction du mouvement, et des signes positifs ou négatifs qu'ils peuvent prendre ainsi que leurs sinus et cosinus dans les azimuts divers que l'on veut considérer.

» On doit remarquer, relativement au miroir, que la figure suppose la surface réfléchissante située du côté MOL. Si l'on veut examiner le cas où la surface réfléchissante est de l'autre côté M'OL', il convient de faire tourner le miroir de 180° autour du point O de A en M, L et B, et de donner en même temps aux angles les valeurs et les signes convenables.

» Il faut procéder de la même manière si l'on veut comparer les effets de deux miroirs à surfaces opposées formant un certain angle, et disposés symétriquement devant l'objectif d'une lunette, de façon à rapprocher l'une de l'autre deux étoiles plus ou moins distantes, suivant la méthode proposée récemment par M. Lœwy pour l'étude de l'aberration. Dans ce cas, on trouve généralement deux déviations de signes contraires dont on doit mesurer la différence et d'où l'on peut conclure l'angle d'aberration cherché.

» On peut constater ainsi que la valeur de cet angle ne subit heureusement aucune des altérations que l'on pouvait soupçonner d'après les actions propres exercées sur la lumière par le miroir et la lunette, ce qui donne, en définitive, à la méthode de M. Lœwy une base tout à fait certaine.

» Les résultats que l'on vient de rapporter montrent que par le fait de la réflexion sur un miroir en mouvement, la lumière subit en général une modification particulière dans sa direction, en sorte que l'angle de réflexion n'est plus égal à l'angle d'incidence comme dans l'état de repos.

» Ainsi, lorsque le miroir recule devant le rayon incident, le rayon réfléchi se rapproche de la surface et, lorsque le miroir marche vers le rayon, celui-ci s'éloigne davantage de la surface après la réflexion.

» Cependant, quelle que soit la réalité de ces phénomènes, conclus de

plusieurs expériences certaines et de considérations décisives, on est dans l'impossibilité de les observer directement, parce qu'ils sont toujours, par un mécanisme naturel très singulier, accompagnés d'autres phénomènes accessoires dus aux mêmes causes et qui donnent lieu constamment à des effets de compensation qui les annulent. Ce n'est donc que par des moyens indirects et des expériences presque toutes négatives que l'on est parvenu à reconnaître le véritable état des choses.

» Aussi a-t-il paru utile de chercher à confirmer ces résultats par une autre voie, à l'aide d'une construction graphique, analogue à celle par laquelle on démontre les lois de la réflexion dans la théorie des ondes. Il n'est pas difficile alors, en faisant intervenir la donnée du mouvement du miroir, de mettre en évidence l'effet d'aberration dont il s'agit, et la considération de quelques triangles construits en conservant les mêmes notations que les précédentes conduit à une expression tout à fait semblable à celle que nous venons de rapporter, bien qu'elles soient déduites l'une et l'autre de considérations très différentes.

» Cette seconde formule cependant renferme en plus un terme d'une valeur numérique tout à fait négligeable et que l'on doit considérer comme étant du second ordre. Mais aussi, d'autre part, en considérant avec attention les circonstances dans lesquelles la première formule a été établie, on reconnaît dans la manière de compter les angles, soit jusqu'au lieu apparent, soit jusqu'au lieu réel de la source de lumière, une cause de différences très petites et numériquement négligeables, mais qui peuvent donner lieu également à un terme de même forme et tout à fait analogue à celui que nous venons de signaler; en sorte que l'on peut considérer les formules obtenues par les deux méthodes comme se contrôlant l'une l'autre d'une manière satisfaisante. »

PHYSIQUE. — *Méthode stroboscopique pour comparer les durées de vibration de deux diapasons ou les durées d'oscillation de deux pendules;* par M. **Lippmann**.

« On peut comparer entre elles les durées de vibration de deux diapasons ou de deux pendules par un procédé très précis qui dérive de la méthode stroboscopique.

» I. Soient d'abord à comparer deux diapasons D et I. On place le diapason D, muni d'un miroir, à quelque distance d'une fente d'optique A,

de telle façon que les rayons émanés de A et réfléchis par le miroir viennent, après leur passage à travers une lentille, former une image nette de A sur un écran ou sur un micromètre oculaire divisé. D'autre part, la fente A, au lieu d'être constamment lumineuse, ne l'est que pendant des instants très courts, par éclairs. Pour produire ces éclairs, on se sert du deuxième diapason I; à cet effet, I est muni également d'un miroir, lequel projette sur A l'image nette d'une fente lumineuse L.

» Les éclairs en A se produisent juste au moment où le diapason I passe par sa position d'équilibre. Ainsi, en appelant y l'élongation variable de D, y' l'élongation de I, on aperçoit sur l'écran, soit une, soit plusieurs lignes lumineuses dont la position par rapport aux divisions donne les valeurs de y qui ont lieu pour les valeurs du temps qui annulent y'.

» Soient T la durée d'une oscillation double de D, T' la durée d'une oscillation simple de I. Si l'on suppose d'abord que $T = T'$, on observe sur l'écran une ligne lumineuse unique et immobile. Si $T = nT'$ (n étant un nombre entier), on observe sur l'écran n lignes lumineuses immobiles. Si $T = \frac{n}{m} T'$ $\left(n \text{ et } m\right.$ étant deux nombres entiers, et la fraction $\frac{n}{m}$ étant irréductible$\left.\right)$, on observe encore sur l'écran n lignes lumineuses immobiles.

» Si le rapport $T : T'$, au lieu d'être égal aux nombres n ou $\frac{n}{m}$, n'en diffère que d'une quantité très petite ε, le phénomène est encore le même; seulement chacune des lignes lumineuses, au lieu d'être immobile, se déplace lentement sur l'écran, et d'autant plus lentement que ε est plus petit.

» En mesurant la vitesse de ce déplacement, on obtient la vitesse avec laquelle varie la différence de phase entre les deux diapasons; par suite, on obtient très exactement la valeur du rapport $T : T'$.

» La théorie du phénomène est évidente. Si la fente A était constamment lumineuse, son image a fournie par le miroir de D serait constamment visible, et cette image a aurait sur l'écran un mouvement d'oscillation rapide, trop rapide même pour être mesuré : ce mouvement serait le même que celui de la projection sur l'écran de la génératrice G d'un cylindre de révolution qui serait parallèle à l'écran, et qui tournerait autour de son axe d'un mouvement uniforme en accomplissant une révolution complète pendant le temps T. Mais la fente A n'étant éclairée que par instants, on n'aperçoit sur l'écran que des droites lumineuses $g_1, g_2, \ldots$ qui sont les projections des positions $G_1, G_2, \ldots$ qu'occupe la génératrice G à

chaque éclair. Les intervalles de temps T′ entre les éclairs étant égaux, les génératrices G_1, G_2, ... sont équidistantes. Donc les positions des lignes g_1, g_2, ... sont d'une manière générale les projections de génératrices équidistantes tracées sur un cylindre. Les pieds des génératrices G_1, G_2, ... (leurs points de rencontre avec la circonférence de base du cylindre) sont donc toujours les sommets d'un polygone régulier inscrit.

» Si $T' = \frac{1}{n} T$, chacun des arcs G_1, G_2 étant la $n^{\text{ième}}$ partie d'une circonférence, ce polygone est un polygone régulier *convexe* de n côtés. Si $T' = \frac{m}{n} T$, ce polygone est un polygone *étoilé* de n sommets. Dans l'un et l'autre cas, les n génératrices, ou, pour mieux dire, leurs projections, apparaissent simultanément sur l'écran, grâce à la persistance des images sur la rétine, et l'aspect du phénomène est le même, que le polygone soit convexe ou étoilé. Sans cette persistance des images, on verrait que les droites g_1, g_2 apparaissent successivement, et dans le même ordre que les sommets du polygone correspondant.

» Dans le cas où la fraction ε intervient, la figure obtenue est animée d'un mouvement de rotation lent, dont la vitesse est la même que celle de la figure de Lissajous qu'on obtiendrait avec les mêmes diapasons, et pour les mêmes raisons.

» Dans le cas particulier où les deux diapasons sont à l'unisson, on a $T = 2T'$. On aperçoit deux traits lumineux immobiles, constamment symétriques par rapport au zéro de l'échelle. Ces deux traits prennent un mouvement lent d'oscillation lorsque l'intervalle est troublé. Leur symétrie subsiste dans ce cas, et ils passent simultanément par le zéro au moment d'une coïncidence, c'est-à-dire au moment exact où les deux diapasons passent simultanément par leur position d'équilibre.

» J'ai observé encore le phénomène avec les intervalles acoustiques suivants : l'observation a été chaque fois conforme à la théorie.

Diapason I.	Diapason D.	Nombre de traits lumineux observés.
ut_1	ut_2	1
ut_1	ut_1	2
sol_1	ut_1	3
ut_2	ut_1	4

On a ici, en effet, successivement $T' = T$, $T' = 2T$, $T' = 3T$ et $T' = 4T$.

» 2. Deux pendules se comportent comme deux diapasons qui vibrent

lentement. Deux pendules à seconde se comportent, en particulier, comme deux diapasons qui sont à l'unisson ou qui en sont très voisins.

» On peut donc les comparer en les munissant de deux miroirs et en opérant comme avec les diapasons [1].

» 3. On doit pouvoir, par la même méthode, comparer la durée de vibration d'un diapason à celle d'un pendule à secondes, à condition que le rapport de ces deux durées soit égal à $n + \varepsilon$, n étant un nombre entier et ε une petite fraction, l'observation du déplacement des lignes lumineuses permettrait de déterminer ε; mais je n'ai pas encore essayé l'expérience sous cette forme. Il ne serait pas sans-intérêt de pouvoir comparer *directement*, par une méthode optique, un diapason avec une pendule à secondes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le calme central dans les tempêtes;* par M. **H. Faye.**

« Je me propose d'appeler l'attention de l'Académie sur le calme central qui se retrouve, avec une étonnante netteté, dans tous les cyclones

---

[1] M. Vogel compare deux pendules en faisant osciller l'un d'eux (D) devant une échelle divisée et en l'observant à travers une fente que le second pendule I ne découvre que par éclairs, juste au moment où ce pendule I passe par la verticale. M. Vogel mesure ainsi l'élongation y du pendule D juste au moment où l'élongation y' de I est égale à zéro : la méthode de M. Vogel est donc, en principe, la même que celle que j'ai décrite; il n'y a de différence que dans le dispositif. Mais je crois le dispositif que j'ai décrit susceptible d'une plus grande précision, et cela pour trois raisons : 1° je puis rendre les éclairs aussi courts que l'on voudra sans limiter le champ de la vision et sans altérer la netteté des images; 2° la méthode de la réflexion sur le miroir, qui est la méthode de Gauss, permet d'observer la déviation angulaire très exactement; 3° l'échelle divisée, sur laquelle se font les lectures, est visible constamment, tandis que chez M. Vogel elle n'apparaît, comme le pendule, que pendant des instants très courts.

D'autre part, M. Mercadier a fait, sur des diapasons vibrant parallèlement et dont les ombres sont projetées simultanément sur un écran, des expériences qui paraissent présenter avec les miennes une certaine analogie. Cette analogie n'est qu'apparente : les expériences de M. Mercadier sont différentes non seulement par leur dispositif, mais par leur théorie. Ce physicien obtient une série de lignes noires sur le tableau, mais les positions de ces lignes sont données par la condition que $y = y'$ et non par les valeurs que prend y pour $y' = 0$; d'ailleurs, les expériences de M. Mercadier supposent essentiellement que les amplitudes maxima des deux diapasons soient égales; celles que j'ai décrites sont indépendantes du rapport des amplitudes maxima.

tropicaux, parfois même au delà du 50e degré de latitude, mais qui s'altère à mesure que la tempête progresse vers le pôle, sans jamais disparaître entièrement. Avant de mettre sous les yeux de l'Académie les témoignages des navigateurs qui ont eu la malchance de se trouver dans cette région du calme, permettez-moi de citer le récit d'un poète, le seul qui ait décrit une vraie tempête (1) :

» Bientôt l'ouragan atteignit son paroxysme. La tempête n'avait été que terrible, elle devint horrible. A cet instant-là, disent les marins, le vent est un fou furieux.

» Subitement, une grande clarté se fit; la pluie discontinua, les nuées se désagrégèrent. Une sorte de haute fenêtre crépusculaire s'ouvrit au zénith, et les éclairs s'éteignirent. C'est à cet instant-là qu'au plus noir de la nuée apparaît, on ne sait pourquoi, pour espionner l'effarement universel? ce cercle de lueur bleue que les vieux marins espagnols appellent l'œil de la tempête, *el ojo de tempestad*. On put croire à la fin; c'était le recommencement. La saute de vent était du sud-est au nord-ouest. La tempête allait reprendre avec une nouvelle troupe d'ouragans. Les marins nomment cette reprise redoutée la *rafale de la renverse*.

» *Cyclone de l'*Églé. — A Mozambique, par 15° de latitude sud (au mouillage). Le 1er avril 1858, le vent souffla du sud-est en augmentant de violence. Vers 9h du soir, le vent redouble de fureur, la pluie d'intensité; à 11h, le baromètre marquait 742mm. A 11h 45m, un calme subit succède aux rafales au moment où celles-ci semblaient redoubler de violence. La tempête s'est apaisée d'une façon si brusque, que nous ne saurions dire comment s'est faite une transition si complète. La pluie cesse, le ciel se découvre et les étoiles brillent. Tout semble indiquer que l'ouragan est terminé, et nous aurions partagé les espérances de l'équipage si nous n'avions su que nous allions subir les assauts d'une nouvelle tempête. A 1h, en effet, les premières rafales du nord-ouest tombaient à bord comme un coup de foudre et faisaient pirouetter la goélette.... Après les désastres de cette nouvelle attaque, ce navire a été jeté à la côte (2).

» *Cyclone de la* Nouvelle-Antigone. — Le 16 octobre 1849, par 39° de latitude sud, ce navire se trouve à peu près sur le passage du centre. A minuit, la pluie est abondante, les éclairs sillonnent le ciel de tous côtés, le vent augmente de violence, toujours dans la même direction d'entre

---

(1) *Les Travailleurs de la mer*, de Victor Hugo.

(2) Le cyclone a passé à peu près centralement sur le navire. La durée du calme central ayant été de une heure quinze minutes et la vitesse de translation de l'ouragan de 3m par seconde environ, le diamètre du calme central a dû être de 14km.

nord-est et nord-nord-est, et, à 4^h du matin, il vente tourmente, le baromètre ayant atteint 738^{mm}. Alors il se fait une accalmie d'une demi-heure après laquelle le vent saute au sud-ouest variant à l'ouest-sud-ouest. Tempête, pluie très abondante, qui diminue sensiblement dans la matinée, le baromètre ayant remonté en même temps que la saute de vent avait lieu (1).

» On retrouve la même saute de vent après une accalmie jusqu'à 42° de latitude sud dans l'ouragan du 26 mai 1842.

» *Cyclone de février* 1860, *admirablement discuté par Bridet.* — Le *Veaune*, par 19° de latitude sud... Le vent continue à souffler du sud-est avec plus de violence, si c'est possible, et le baromètre baisse encore; à midi il est à 718^{mm}. A ce moment l'ouragan cesse subitement. Le ciel, jusqu'alors du plus sombre aspect, se dégage peu à peu, le soleil perce les quelques nuages qui restent au zénith... A 3^h le vent saute au nord-ouest et au nord, engageant une seconde fois le navire par bâbord (2)...

» Ces phénomènes se retrouvent aussi bien sur l'hémisphère boréal que sur l'hémisphère austral. Il serait facile d'en multiplier les citations pour l'Atlantique (3). Les typhons de la Chine ont aussi, au centre, leur colonne d'air calme et transparent entourée de spires violentes où se produisent incessamment les nuées lourdes, les averses, les éclairs et la foudre. Mais voici une observation d'un genre tout nouveau, celle d'un typhon du 20 octobre 1882, enregistrée aux appareils météorographiques de l'observatoire de Manille, comprenant des éléments qu'un marin, en lutte contre les éléments, n'aurait ni le temps, ni même l'idée de noter. Le centre a passé sur l'île; le bord seulement du calme a passé sur l'observatoire. En trois heures trente minutes, le baromètre baissa de 23^{mm}, et pendant ce temps la vitesse du vent s'accrut de 10^m à 54^m par seconde. A ce moment, cette vitesse tomba subitement à zéro. Après un calme de 15^m, la pression et la force du vent se remirent à suivre la marche inverse, sans autre particularité. Les variations de la température et de l'humidité furent plus

---

(1) Une demi-heure, à raison de 18 à 20 milles par heure pour la vitesse de translation de la tempête, donne au calme central un diamètre de 16^{km} à 18^{km}.

(2) Le calme central aurait eu environ 48^{km} ou 12 lieues de diamètre, si, ce qui n'est guère admissible, le *Veaune* était resté immobile pendant ces trois heures.

(3) Dès les premières Cartes synoptiques de l'Observatoire de Paris, en 1864, M. Marié-Davy a fort bien reconnu que le calme central avec ciel serein, qui n'avait jamais été observé qu'en mer, se retrouve jusque sur notre continent, au passage des cyclones.

remarquables encore. Tant que dura le passage de la première moitié du cyclone, le thermomètre se tint à 24° avec une remarquable constance, puis, à l'entrée du cercle de calme, il monta subitement à 31°, pour retomber aussitôt à 24° à la fin de ce passage. Quant à l'humidité relative, elle suivit exactement des phases correspondantes : de 98 pour 100 elle tomba à 53 pendant le calme, sécheresse extraordinaire dans ces climats, puis remonta à son premier degré. Le Dr Sprung, à qui j'emprunte cette citation ([1]), conclut ainsi : *Ces phénomènes si hautement caractéristiques ne peuvent évidemment s'expliquer qu'en admettant qu'il existe un courant descendant au centre du cyclone*, conformément aux idées de Faye, Hirn, Andries, etc. Mais bientôt le préjugé météorologique reprend chez lui le dessus et il plaide les circonstances atténuantes : il se pourrait que le courant descendant n'intéressât que les couches basses; d'ailleurs, ajoute-t-il, le calme central ne serait-il pas l'exception plutôt que la règle? Mais si le courant descendant n'existait que dans les couches basses, les nuages subsisteraient au-dessus, on ne verrait pas le ciel bleu, les étoiles ou le Soleil. Quant au second point, si l'éclaircie centrale est peu observée en Allemagne ou en Norvège, elle est de règle sous les tropiques où elle ne manque jamais.

» Ainsi, dans tout cyclone, les girations croissent en rapidité vers le centre, non comme dans les tourbillons des géomètres où la vitesse linéaire, à la distance r, est proportionnelle à $\frac{1}{r}$, mais jusqu'à une certaine distance de l'axe à partir de laquelle elle tombe subitement à zéro. Il y a donc, au centre de tout cyclone, une colonne d'air étrangère aux mouvements violents, libre de nuages, d'averses, de tonnerres et d'éclairs qui font place à d'innocents feux Saint-Elme, dans laquelle l'air descend peu à peu des régions supérieures de couches encore plus élevées que celles de ces fleuves où se meuvent les cirrus et où naissent les spires refroidies de l'enveloppe tourbillonnaire. Voilà ce qu'il s'agit d'expliquer : pour cela, j'aurai recours aux caractères bien connus des tourbillons de nos fleuves et à une expérience frappante, facile à reproduire.

» C'est surtout par un temps de débâcle qu'il est intéressant d'observer la formation des tourbillons dans une rivière. Lorsque les filets liquides, animés de vitesses différentes, se rapprochent d'un centre de giration qui va se former, ceux dont la vitesse est la plus grande, à droite par exemple,

---

([1]) *Lehrbuch der Meteorologie*, p. 240. Hambourg; 1885.

montent ou grimpent en nappe (comme dans un mascaret) sur ceux de gauche qui cèdent et s'affaissent, de manière à former un entonnoir conique vers le fond duquel ces filets tombent en prenant une giration de plus en plus vive. Ce phénomène se reproduit dans toute l'épaisseur du courant, et c'est en vertu de l'excès de force vive de la masse des filets de droite sur celle des filets moins rapides à gauche, que la giration descendante se produit. Si un glaçon, voguant à la surface, vient à s'y engager, on le voit tomber dans le petit gouffre conique qui s'ouvre devant lui et il est entraîné, en tournoyant, jusqu'à une certaine profondeur. Là, il est abandonné par le tourbillon en même temps que l'eau entraînée vers le bas; mais, tandis que cette eau se répand tumultueusement autour du pied du tourbillon sans tendance ascensionnelle, le glaçon, lui, remonte à la surface en vertu de sa légèreté spécifique.

» Ainsi, un tourbillon n'est autre chose qu'un mouvement giratoire de l'eau qui pénètre en descendant dans la masse entière à la manière d'un tire-bouchon.

» La force qui l'entraîne peu à peu en bas est la pression que les filets primitivement juxtaposés exercent les uns sur les autres, les plus rapides sur les moins rapides, lorsqu'ils viennent à se croiser. Il descend ainsi, s'il est assez intense, jusqu'à ce qu'il rencontre l'obstacle du sol : là il se détruit, la force vive des spires descendantes s'épuise contre cet obstacle et il laisse échapper d'une manière confuse, tout autour de lui, l'eau qu'il a amenée en bas. Cette eau éparpillée en filets divergents comme celle d'une turbine dans un milieu immobile de même densité ne forme aucun courant sensible. L'analogie avec nos cyclones aériens est frappante.

» Cependant nous ne voyons pas encore comment une colonne de calme pourrait se constituer dans l'axe de ce tourbillon chargé de cirrus glacés; mais nous la verrons naître aussitôt pour peu que nous supprimions la résistance que la masse du liquide oppose à la sortie tumultueuse de l'eau au pied du tourbillon. Ne pouvant opérer sur un cours d'eau, produisons d'abord un mouvement purement rotatoire, sans aucune translation, dans l'eau d'un vase cylindrique. La surface libre prendra la forme d'un paraboloïde de révolution dont les filets n'auront aucune tendance à descendre. Ces filets sont alors de simples cercles centrés sur l'axe. La vitesse angulaire est constante et la vitesse linéaire varie proportionnellement à la distance de l'axe. Il n'y a là rien de tourbillonnaire. Mais ouvrez en bas un orifice de manière à déterminer un mouvement descendant. Aussitôt vous verrez le paraboloïde, où pas une molécule ne tombe vers le

sommet déprimé, dégénérer en entonnoir; les filets deviendront spiraloïdes en descendant, et leur vitesse angulaire, au lieu de rester constante, augmentera rapidement à mesure qu'ils se rapprocheront du centre. Mais en même temps, comme la réaction des couches inférieures disparaît par l'ouverture d'un orifice, les filets susdits prennent une allure hélicoïdale de plus en plus marquée jusqu'à devenir presque verticaux à une certaine distance du centre, tendant ainsi à constituer un cylindre vide autour de l'axe. A peine ce cylindre est-il ébauché en haut, l'air supérieur s'y introduit et, comme l'effet se reproduit à toute profondeur, le cylindre d'air se forme dans toute la hauteur du vase, jusqu'à l'orifice et même au delà, au cœur de la veine fluide qui s'en échappe.

» Il en sera de même dans les mouvements giratoires de l'atmosphère, avec cette différence qu'il n'est pas nécessaire d'imprimer une rotation préalable à la masse d'air, car les girations naissent spontanément dans les fleuves aériens, grâce aux inégalités de vitesse de leurs courants. Il n'est pas non plus nécessaire d'ouvrir un orifice inférieur pour solliciter la descente du fluide, car, dans nos fleuves aériens, c'est la pression des filets les plus rapides montant sur les filets les plus lents qui détermine cette descente. D'ailleurs l'écoulement inférieur s'y produit, comme dans les tourbillons des cours d'eau, au pied même du cyclone, là où les spires descendantes vont se briser contre le sol. Il devra donc s'établir au centre, comme dans l'expérience précédente, une sorte de vide qui sera rempli par l'air des hautes régions, air situé au-dessus du courant à cirrus où les girations prennent leur origine. Cet air dépourvu de cirrus nous arriverait même, en bas, à une température très élevée, s'il ne perdait dans son trajet vertical une bonne partie de la chaleur due à la compression croissante ([1]).

» On lira avec le plus vif intérêt, à ce sujet, la description que mon savant Confrère et ami, M. Hirn, a faite de cette belle expérience dans sa brochure intitulée *Étude d'une classe particulière de tourbillons* ([2]). Je ne diffère avec lui qu'en un point : c'est qu'il faut, à mon avis, avant de passer de cette expérience sur des masses qui ne changent pas de lieu aux girations de l'atmosphère qui marchent sur de longues trajectoires, faire intervenir, comme élément essentiel de la question, élément sans lequel les expériences susdites peuvent vous induire en erreur, faire intervenir,

---

([1]) C'est ainsi que dans l'observation du cyclone de Manille l'air de la colonne de calme avait seulement 7° de plus que l'air extérieur.

([2]) 1877; Gauthier-Villars.

dis-je, les girations qui se produisent dans nos cours d'eau ([1]). Cette dernière étude montre en effet que la cause de la descente des spires aériennes est toute mécanique et qu'il n'est pas besoin, pour s'en rendre compte, de recourir à l'électricité.

» Je ferai remarquer combien l'existence du calme central dans les cyclones, bien au delà des tropiques, est contraire à l'idée que les météorologistes cherchent à faire prévaloir, que le vent dans un cyclone a toujours une composante centripète. S'il en était ainsi, le vent atteindrait le contour du calme central sous un angle déterminé, et, pour que le passage au calme fût subit, il faudrait, chose absurde, que le vent cessât subitement au moment même où il vient d'atteindre sa plus grande violence.

» Au-dessous de ces vastes tourbillons, qui marchent sur des trajectoires plus ou moins régulières, les indications du baromètre prennent un caractère particulier. Ce n'est pas que la masse d'air qui pèse sur le sol ait varié; mais, comme une partie notable de cet air est animée d'une giration violente, la transmission ordinaire des pressions dans l'atmosphère n'a plus lieu en tous sens comme à l'état de repos; le baromètre baisse sous le cyclone et présente un minimum très accentué juste sous le calme central. Quant à la descente de l'air dans toutes les parties du cyclone, amenant le froid humide tout autour et le chaud sec au centre, ce mouvement tend évidemment à augmenter la pression, mais cet effet très faible est complètement masqué par le précédent. »

([1]) Je ne saurais assez insister sur la nécessité de tenir compte également, dans l'étude des trombes ou des tornados, de leur rapide mouvement de translation et, par suite, du lien qui les rattache si intimement aux cyclones.

Les trombes internubaires qui produisent au-dessus de nos têtes, à des étages divers, les orages et les grêles, ainsi que les trombes et les tornados qui descendent jusqu'au sol pour le ravager, ne sont jamais des accidents isolés, comme on le croit généralement, mais des appendices inséparables des cyclones. Ils se produisent dans les cyclones, sur leur flanc droit, et marchent parallèlement à eux sur leurs courtes trajectoires. Cette découverte capitale, trop oubliée aujourd'hui, est entièrement due (1864) à M. Marié-Davy, chef du Service météorologique créé par Le Verrier à l'observatoire de Paris.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un fait qui s'est produit près de Nice lors de la dernière secousse de tremblement de terre.* Note de M. **H. Resal.**

« M. le Ministre de la Guerre, en ma qualité d'adjoint à la Section technique et au Comité de l'Artillerie pour les questions scientifiques, me fait l'honneur de me communiquer une Lettre qu'il a reçue de M. le général de Colomb, commandant le 15e corps d'armée, et dans laquelle se trouve inséré un Rapport de M. le lieutenant-colonel Benoît, directeur de l'Artillerie à Nice, sur un fait qui s'est passé dans son service pendant la période du dernier tremblement de terre. M. le Ministre me prie de donner connaissance de ce fait à l'Académie, dans le cas où il pourrait présenter quelque intérêt au point de vue scientifique. J'estime que toutes les Communications de cette nature intéressent vivement l'Académie, et je m'empresse de reproduire ci-après le Rapport du directeur de l'Artillerie de Nice:

» Le 23 février, à $8^h 50^m$ du matin, le gardien de batterie Müller, du fort de la *Tête-de-Chien*, était en communication télégraphique avec son collègue de la Drette pour rendre compte des effets des deux secousses de tremblement de terre ressenties le matin. Il manipulait debout, une chaise derrière lui. Interrompu par son correspondant, il avait abandonné le manipulateur et regardait son appareil dérouler, lorsqu'il remarqua que la transmission était interrompue par des saccades qui se produisaient dans son appareil et que le mouvement d'horlogerie grinçait fortement. Lorsqu'il reprit le manipulateur pour continuer sa dépêche, une violente secousse de tremblement de terre se fit sentir. Il vit le mur placé devant lui se lever et s'abaisser, et, en même temps, il ressentit une violente commotion électrique dans le bras droit, qui lui fit abandonner le manipulateur et le projeta sur sa chaise où il resta, sans pouvoir remuer, pendant quelques minutes. La commotion reçue fut si forte qu'il lui fut impossible de se livrer à aucun travail pendant plusieurs heures. Ce n'est que vers 4^h du soir qu'il put continuer sa dépêche pour rendre compte des effets du tremblement de terre dans le fort. Jusqu'à présent, l'accident ne l'empêche pas de faire son service, mais il lui reste des mouvements nerveux et, par moments, de violents maux de tête. Je dois ajouter que la veille au soir, vers 6^h, pendant la réception d'une dépêche, le même grincement s'était déjà produit dans son appareil qui, à ce moment, déroulait par saccades d'une manière tout à fait anormale. Ce phénomène électrique, apparaissant

comme le résultat du tremblement de terre, m'a paru valoir la peine d'être signalé. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur divers effets d'irritation de la partie antérieure du cou et, en particulier, la perte de la sensibilité et la mort subite.* Note de M. **Brown-Séquard.**

« I. On s'étonne souvent que des individus, désirant se tuer, puissent se couper la gorge jusqu'aux os, et même quelquefois se faire plusieurs plaies profondes, ce qui semble impliquer un courage presque surhumain, en raison de l'excessive douleur que l'on croit exister alors. J'ai partagé cette opinion jusqu'au jour où j'ai constaté qu'une incision, même légère, de la peau du cou, surtout au voisinage du larynx, peut suffire pour faire disparaître la sensibilité dans les deux tiers antérieurs du cou, et souvent dans bien plus de parties. Il n'est donc pas besoin d'un courage exceptionnel, augmenté ou soutenu par l'excitation de sentiments violents, pour se faire au cou les plaies, quelquefois énormes, que l'on peut trouver chez des individus s'étant ainsi tués ou ayant essayé de se donner la mort.

» Dans les très nombreuses expériences que j'ai faites pour étudier la production de l'analgésie (perte de la sensibilité aux causes de douleur), j'ai eu très souvent à faire une plaie longitudinale sur la ligne médiane du cou, au niveau du larynx, afin de mettre à nu cet organe et une partie de la trachée [1]. Dans les premiers temps, je me contentais de faire la recherche de la sensibilité à la douleur dans les diverses parties du corps, d'abord avant toute lésion, et ensuite après avoir irrité la muqueuse laryngienne, et j'attribuais à cette irritation l'analgésie qui se produisait à des degrés variables au tronc, aux membres, à la tête et au cou. Plus tard, ayant remarqué que la plaie du cou, plus que celles faites aux membres, demeurait insensible pendant tout le temps nécessaire à la cicatrisation, et que même, quelquefois, la peau, au voisinage d'une plaie cicatrisée dans cette région, restait insensible, j'eus l'idée d'étudier l'influence d'une incision de la peau au cou sur la sensibilité de cette portion du corps et sur celle des autres parties de l'économie animale. Je trouvai alors que la peau de la région cervicale antérieure dans toute son étendue, mais surtout à la ligne médiane et dans son voisinage, ne peut être coupée sans

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XCV, p. 1369, et t. C, p. 1366.

qu'il y ait au moins une diminution de la sensibilité aux causes de douleur et spécialement aux chocs galvaniques (appareil du Bois-Reymond), dans toute la moitié antérieure du cou. Il arrive souvent que l'analgésie soit complète ou qu'elle le devienne après quelques heures ou un jour dans cette zone de peau. Le plus souvent, cependant, on ne trouve d'analgésie complète que dans la portion qui recouvre le larynx et la trachée.

» Dans nombre de cas, j'ai constaté que l'analgésie s'étend au cou tout entier, à la mâchoire inférieure et à une partie du thorax (en avant et jusqu'aux glandes mammaires). Chez quelques animaux (des chiens et un singe), j'ai vu se montrer de l'analgésie, à bien peu près complète, presque partout, aux membres, au tronc, à la tête et aux muqueuses buccale et oculaire. Chez nombre d'autres animaux, il y a eu une diminution de sensibilité partout, mais cette altération a promptement disparu.

» Après avoir fait une incision longitudinale de la peau sur la ligne médiane, ou transversalement d'un côté à l'autre, à la région cervicale antérieure, j'ai constaté dans un grand nombre d'expériences, surtout chez des chiens et des singes, que je pouvais mettre à nu, couper, nouer ou galvaniser et même brûler les diverses parties des deux tiers antérieurs du cou, sans causer de vives douleurs et quelquefois sans paraître en causer aucune. Chez les singes, les effets de ces irritations ont été, en général, plus considérables que chez les chiens.

» Les faits si nombreux dont j'ai été témoin durant les cinq ou six dernières années montrent que les parties capables de produire par inhibition une analgésie générale doivent être rangées dans l'ordre suivant, quant à leur degré de puissance;

» 1° Le maximum existe là où se ramifient les filets des nerfs laryngés supérieurs (c'est-à-dire la muqueuse laryngienne);

» 2° A un moindre degré les troncs de ces nerfs, et à un degré bien inférieur le tronc des nerfs vagues au-dessus de l'émission des laryngés supérieurs;

» 3° La trachée qui, quelquefois, donne lieu à une analgésie presque complète, mais évanescente, lorsqu'on la lie;

» 4° Le minimum existe dans la peau de la région cervicale antérieure, surtout au niveau du larynx.

» Je me suis demandé si d'autres irritations de la peau du cou qu'une incision pourraient produire l'inhibition de la sensibilité soit partout, soit seulement dans la moitié antérieure du cou, et j'ai trouvé que, si ce mode d'irritation n'est pas le seul capable d'agir sur les centres nerveux de cette manière, c'est assurément celui qui a le plus de puissance.

» Les nerfs trijumeanx ([1]) et les autres nerfs sensitifs craniens ou spinaux, dans leur tronc ou leurs ramifications, ne semblent pas doués de la puissance spéciale que possèdent les nerfs vagues et les nerfs de la région cervicale.

» Si les chirurgiens peuvent faire la trachéotomie sans douleur, dans les cas de croup et d'autres cas bien différents, ce n'est pas, comme ils le croient, uniquement parce que la sensibilité est diminuée par l'asphyxie dans la plupart de ces cas : c'est sans doute aussi et surtout parce que le début même de l'incision de la peau produit par inhibition la diminution ou la perte de la sensibilité ou de ce qui en reste.

» II. La peau du cou et le larynx possèdent d'autres puissances inhibitoires bien plus dignes d'intérêt que celle dont je viens de parler. Me proposant d'en faire l'objet d'une ou de plusieurs Communications spéciales, je n'en dirai que quelques mots aujourd'hui.

» Les médecins légistes savent parfaitement que l'on trouve assez souvent des individus ayant perdu la vie par une pendaison insuffisante et incapable d'avoir empêché complètement — et même quelquefois d'avoir gêné en quoi que ce soit — le passage de l'air dans le larynx et la trachée. J'ai trouvé l'explication de ce fait, en apparence si singulier. Le larynx surtout, mais aussi la trachée et probablement la peau qui les recouvre, sont capables, sous l'influence d'une irritation mécanique, de produire l'inhibition du cœur, celle de la respiration et aussi celle de toutes les activités cérébrales. Il peut donc y avoir tout d'un coup, sous l'influence d'une irritation mécanique de ces parties, une perte complète de connaissance et une syncope cardiaque et respiratoire plus ou moins complètes. Des expériences très nombreuses m'ont montré qu'il y a entre les effets de cette irritation et ceux de la piqûre du bulbe rachidien une très grande analogie. En effet, dans les deux cas, il y a : 1° perte de connaissance; 2° diminution et même (mais assez rarement) perte soudaine ou très rapide de l'action du cœur; 3° diminution ou perte complète des mouvements respiratoires; 4° arrêt des échanges entre les tissus et le sang.

» Lorsque j'ai réussi à tuer des chiens par suite d'un coup sur la région cervicale antérieure, j'ai trouvé que presque toujours, sinon toujours, la mort a eu lieu sans convulsions, sans agonie, dans un état syncopal com-

([1]) Ces nerfs doivent à une puissance inhibitoire spéciale de pouvoir, lorsqu'on les coupe, faire disparaître la vision, l'olfaction, l'audition et le goût. C'est là l'explication que j'ai donnée de l'expérience célèbre de Magendie.

plet, permettant aux tissus de conserver très longtemps leurs propriétés spéciales. Le sang passe alors rouge des artères dans les veines et présente ainsi un contraste absolu avec ce que nous montre la mort dans l'asphyxie franche où le sang est rapidement noir dans les artères.

» *Conclusions.* — Il résulte des faits exposés dans cette Note que la peau du cou possède, comme le larynx, mais à un moindre degré, la puissance d'inhiber la sensibilité, et que le larynx, la trachée et peut-être la peau qui les couvre possèdent la puissance de causer la mort, sous une irritation mécanique, de la même manière que le bulbe rachidien. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques types de Fougères tertiaires nouvellement observées*; par M. G. DE SAPORTA.

« On sait la place dévolue aux Fougères dans la flore paléozoïque. La prépondérance originaire du groupe disparaît durant le cours de l'époque mésozoïque. Les Fougères de l'âge tertiaire, décidément en minorité par rapport à l'ensemble des autres végétaux, ne doivent leur abondance relative dans quelques gisements qu'à des particularités de sol ou de climat, ou simplement à des accidents locaux de nature à favoriser leur développement. Les Fougères que j'ai en vue proviennent de deux niveaux de la série tertiaire, séparés l'un de l'autre par une étendue verticale considérable: d'une part, l'éocène inférieur de Sézanne et, de l'autre, les cinérites du Cantal dont les parties les plus anciennes remontent tout au plus au miocène récent.

» I. *Fougères de Sézanne.* — Leur découverte est due à M. le baron de Baye, qui a bien voulu me les communiquer. Les travertins de Sézanne, formés sous l'influence d'eaux pures et jaillissantes, dans les mêmes conditions que ceux, beaucoup plus modernes, de Meximieux, mais à une époque où régnait encore une température élevée, accusent les conditions de milieu préférées par les Fougères. Rien de surprenant, par cela même, à ce que l'on rencontre à Sézanne une proportion de ces plantes plus considérable que dans aucun autre dépôt du même âge. J'en ai décrit douze espèces dans ma Monographie ([1]), parmi lesquelles cinq se rapportent aux genres *Adiantum*, *Blechnum*, *Asplenium*, et sept à la section ou tribu des Cyathéa-

([1]) *Flore fossile des travertins anciens de Sézanne* (*Mém. de la Soc. géol.*, 3e série, t. VIII, no 3).

cées, spécialement aux genres *Alsophila*, *Cyathea* ou *Hemitelia*. M. de Baye vient d'ajouter à cette liste deux formes des plus remarquables, représentées non par des folioles éparses, mais par de notables portions de leurs frondes.

» La première est un *Adiantum* dont les folioles sessiles et inégales, conformées en faux, avec la nervure principale rejetée le long de la marge inférieure, reproduisent le type de l'*A. pedatum* L. et de l'*A. caudatum* L., espèces dont la diffusion est très grande dans les zones tropicale et subtropicale des deux hémisphères. L'empreinte moulée laisse apercevoir le repli des lobules fructifiés. Cet *Adiantum* prendra le nom d'*A. sezannense*.

» La seconde empreinte a été d'une détermination plus difficile : elle comprend les principaux segments, encore en connexion, d'une fronde dont les frondules de deuxième ordre, obliquement insérées sur un mince rachis et confluentes supérieurement, sont elles-mêmes distribuées en lobes et lobules, ceux-ci généralement bipartis ou tout au moins émarginés, de manière à recevoir les derniers ramules provenant de la bifurcation de l'une des nervilles latérales. J'ai cru d'abord avoir sous les yeux un *Trichomanes;* mais, à la suite d'un examen attentif, je me suis convaincu que l'espèce devait prendre place parmi les *Davallia,* non loin du *D. canariensis* J. Sm. et qu'elle pouvait être également comparée au *Microlepia inæqualis* Presl., bien que l'attribution aux *Davallia* proprement dits ressorte de l'étude rigoureuse de la nervation et de la disposition des incisures. Les *Davallia* sont disséminés dans toutes les parties chaudes de l'ancien continent, du fond de l'Australie aux Indes orientales et de l'Afrique australe aux Canaries, point le plus septentrional que le genre atteigne actuellement. Je propose le nom de *Davallia bayeana* pour désigner la nouvelle espèce de Sézanne.

» II. *Fougères des cinérites du Cantal.* — Dans l'intervalle qui sépare l'horizon précédent de celui des cinérites, nous aurions à glaner bien des particularités relatives aux Fougères qui se montrent dans les diverses localités soit éocènes, soit oligocènes ou aquitaniennes. Il doit suffire de mentionner la présence certaine, dans l'éocène récent et le miocène inférieur, des *Chrysodium* parmi les Acrostichées, des *Lygodium* parmi les Schizéacées et de l'*Osmunda lignitum* Ung., qui reproduit le type d'une Osmundacée de Java. Cependant, la plupart des faits observés s'appliquent à des genres tels que les *Pteris, Cheilanthes, Asplenium, Adiantum, Woodwardia, Aspidium* ou *Lastræa*, qui n'ont jamais abandonné le sol européen. Plus haut, vers le pliocène inférieur, dans les cinérites notamment,

les Fougères rencontrées jusqu'ici n'offraient rien qui les éloignât beaucoup de nos *Aspidium* européens. Les découvertes récentes de M. Rames ont mis au jour d'autres résultats sur deux points de la région du Cantal nouvellement explorés par cet infatigable chercheur.

» A Niac, on observe toute une réunion d'espèces intéressantes, groupées autour du Hêtre pliocène (*Fagus pliocenica* Sap.) qui présente non seulement ses feuilles tantôt denticulées, tantôt entières, mais aussi ses fruits hérissés de pointes plus courtes, plus petits et plus longuement pédonculés que ceux de notre Hêtre. Les espèces principales sont : une Mousse (*Thuidium*); un Bambou (*B. lugdunensis* Sap.); le *Smilax mauritanica* Desf., bien reconnaissable; le *Zelkova crenata* Sp.; le *Corylus insignis* Hr.; le *Pterocarya fraxinifolia* Sp. et un *Juglans* accompagné de sa noix, le *Tilia expansa* Sap.; trois *Acer* dont l'un, *A. subpictum* Sap., à très larges feuilles; et l'*A. opulifolium pliocenicum;* un *Viburnum* (1); un *Clematis;* enfin les vestiges de plusieurs plantes herbacées, entre autres d'un *Ranunculus*, *R. atavorum* Sap., ressemblant aux *R. parviflorus* L., *philonotis* Retz, etc. Nous sommes évidemment en pleine forêt pliocène.

» Les Fougères de Niac comprennent au moins trois espèces : un *Aspidium* assimilable aux *Lastræa pulchella* et *Fischeri* de Heer, un *Asplenium* du type des *Diplazium* et un segment formé de plusieurs pinnules sessiles et subopposées, insérées un peu obliquement le long d'un rachis commun. Ces pinnules reproduisent la nervation et l'aspect caractéristiques de celles des *Polybotrya*, particulièrement des *P. articulata* J. Sm. et *cylindrica* Kaulf., l'un des Philippines, l'autre du Brésil.

» J'aurais pourtant hésité à admettre la présence, dans le Cantal pliocène, d'un genre d'Acrostichées, actuellement intertropical, si une seconde découverte, encore plus explicite, sur un autre point de la même région, celui de Chambeuil, n'était venue l'appuyer et la rendre vraisemblable.

» A Chambeuil, le Hêtre pliocène est absent : il cède la place à un Pin à trois feuilles, que la conformation de ses cônes rattache étroitement au *Pinus canariensis* D. C., accompagné du *Sassafras ferretianum* Mass., du *Laurus nobilis?* L. et de deux *Viburnum*. Ici encore, nous entrevoyons une forêt, à l'ombre de laquelle croissait une Fougère des plus remarquables. M. Rames en a recueilli d'assez nombreuses empreintes qui, toutes, se

---

(1) Il faut encore signaler un *Hedera*, dont il existe une seule feuille, provenant des rameaux appliqués; elle ne se distingue de celles du Lierre européen ordinaire que par sa dimension très petite.

rapportent à des frondes stériles, ce qui est déjà une présomption que les fertiles, à l'exemple de ce qui existe chez beaucoup d'Acrostichées, étaient distinctes des premières. Les feuilles, d'une taille médiocre, sont pennatipartites, à segments allongés, réunis par une bordure continue au pétiole commun et serrulés sur les bords. Les segments sont confluents vers le haut des frondes, qui se terminent par un appendice ou prolongement atténué en pointe obtuse. L'aspect général est à peu près celui du *Polypodium vulgare;* mais la nervation se compose de veinules fines, anastomosées en un réseau à mailles multipliées et exappendiculées, dont les derniers ramules, devenus libres le long de la marge, vont aboutir chacun à l'un des denticules et s'y terminer en un point obtus. Ce réseau veineux ressemble, il est vrai, à celui de l'*Onoclea sensibilis* L.; mais dans l'*Onoclea,* type américain qui reparaît au Japon, la marge des segments est entière, quoique lobée-sinueuse. Une comparaison attentive de l'espèce fossile avec les Acrostichées m'a persuadé de son affinité vis-à-vis de ce groupe et de son attribution probable aux *Heteroneuron* de Fée, *Pœcilopteris* de Presl, démembrement des *Chrysodium*. Le réseau veineux de la Fougère en question reproduit exactement celui du *Nevrocallis præstantissima* Fée, autre Acrostichée, tandis que le mode de partition de la fronde la rapproche plutôt du *Leptochilus subquinquefidus* Fée et surtout du *Gymnopteris semipinnatifidus* Fée, enfin de l'*Heteroneuron punctulatum* Fée (*Pœcilopteris punctulata* Presl), des îles Maurice et Bourbon. Tant d'indices réunis et l'absence même de sores ou points fructifiés sur les frondes recueillies, comme il aurait été naturel d'en observer s'il s'était agi d'une Polypodiée, dénotent bien une Acrostichée, que je nommerai *Heteroneuron cantalense*, et, par suite, la persistance, au sein même des forêts pliocènes de la France centrale, d'une tribu actuellement exclue de l'Europe, confinée presque entièrement entre les tropiques, bien que l'une de ses espèces, l'*Acrostichum Lowei* Fée, s'avance jusqu'aux Açores et que, dans le Népaul et les Florides, quelques formes éparses d'Acrostichées se montrent au-dessus de 30° de latitude. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de l'un de ses Membres qui devra faire partie de la Commission mixte chargée

de juger les Ouvrages adressés pour le concours du prix triennal fondé par M. *Louis Fould* sur l'histoire des Beaux-Arts avant le siècle de Périclès.

M. de Quatrefages réunit la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1887.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Prix Gegner. — MM. Hermite, Bertrand, Phillips, Vulpian et Darboux réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fremy et Halphen.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences mathématiques pures et appliquées*). — MM. Darboux, Bertrand, Hermite, Halphen et Jordan réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Tisserand et Ossian Bonnet.

Prix Petit d'Ormoy (*Sciences naturelles*). — MM. de Quatrefages, A. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers et Duchartre réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Van Tieghem.

Commission chargée de présenter une question de *prix Gay* (*Géographie physique*) pour l'année 1889. — MM. d'Abbadie, Bouquet de la Grye, Grandidier, F. Perrier et Jurien de la Gravière réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lesseps et Pâris.

Commission chargée de présenter une question de *grand prix des Sciences physiques* pour l'année 1889. — MM. de Quatrefages, Duchartre, A. Milne-Edwards, Blanchard et de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Fizeau.

Commission chargée de présenter une question de *prix Bordin* (*Sciences physiques*) pour l'année 1889. — MM. de Quatrefages, Daubrée, Duchartre, Van Tieghem et A. Milne-Edwards réunissent la majorité absolue des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fremy et Blanchard.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le parallélisme des phénomènes sismiques en février 1887 et des perturbations atmosphériques, électriques, magnétiques et des éruptions volcaniques.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

(Renvoi à la Commission.)

« Les événements funestes de la fin de février 1887 sur la Riviera m'ont conduit à examiner le parallélisme des perturbations de l'atmosphère et de l'intérieur du globe.

» Après avoir dépouillé les journaux et les bulletins d'Europe et d'Amérique, je viens apporter les preuves de la coïncidence de phénomènes en apparence très différents.

» Dès le 19 février 1887, surviennent des trombes de neige en Russie, en Galicie, en Autriche, Hongrie, Transylvanie et Serbie; en même temps, les appareils magnétiques sont troublés.

» 20 février : ouragans extraordinaires en Amérique; orage violent à New-York, avec des éclairs extraordinairement intenses; dans les États de l'Ouest, les ouragans ont renversé plusieurs trains en marche.

» Le 21 février, à 11^h du soir, observation en plusieurs localités de la Bohême d'un bolide extraordinaire double. On a entendu en même temps trois explosions successives très fortes, mais d'intensité décroissante; à Leskov et à Plan, à la même heure, on a ressenti des secousses assez fortes et des bruits souterrains.

» 22 février : affaissements du sol en plusieurs endroits; à Norwich et aux environs, de profondes et larges crevasses se sont formées; à Castle Stone, une manufacture s'enfonce dans le sol et immédiatement de l'eau apparaît. Peu de temps après, au même endroit, survient un nouvel affaissement du sol de 4^m en largeur et 5^m en profondeur.

» Le 23 février, de $5^h 3^m$ à $5^h 5^m$, à Nice, trois violentes secousses successives lézardent les maisons; il en est de même sur la Riviera de Marseille jusqu'à la Riviera du Ponente. La partie méridionale de la France et l'Italie jusqu'à Livourne subissent de fortes secousses. A Milan, les horloges électriques s'arrêtent à l'heure des secousses violentes; les secousses sont faiblement ressenties jusqu'à Pavie. En Suisse, plusieurs secousses; à Berne, Lucerne, Bâle, Biasca, Bienne, Genève, Kaisergars, Herisau,

Saint-Gall, Coire, Andeer, Bellinzona, Mendrisio, Balerna, Wilderwyl, Interlaken, Meringen; la durée était de quinze secondes. Agitation générale des appareils magnétiques enregistreurs à Paris, Perpignan. Il y a coïncidence avec des secousses assez fortes, à Washington en Amérique, accompagnées d'une vive agitation des appareils magnétiques.

» Le même jour, en Autriche, secousses en plusieurs points : Cavalese, Hall en Tyrol, Klagenfurt; agitation des appareils magnétiques de l'observatoire de Kremembünster, dans la basse Autriche.

» Typhon et naufrages dans la mer indo-chinoise.

» Les observations du sismographe pendant un tremblement de terre violent, à Tokio, le 15 janvier à $6^h 15^m$ du soir, ont montré la plus longue secousse qui ait été jamais enregistrée; l'intervalle de ces deux grands phénomènes sismiques est de trente-huit jours, c'est-à-dire, à très peu près, la durée de trois demi-rotations du Soleil, soit $3 \times 12^j,5935 = 37^j,7805$.

» Des secousses légères, à New-York, ont été observées dans la matinée du même jour.

Le 24 février, tremblement de terre dans toute la Grèce; trois secousses violentes à la Riviera, la plus forte à 2^h du matin, à Nice; elles sont ressenties aussi à Menton, Bolène, Lebar et à Châteauneuf; de nombreuses maisons s'écroulent.

» Le 25 février, secousses faibles, avant midi, à Nice et San Carlo.

» Le 26 février, secousses courtes, mais assez fortes, à Ala.

» Le 27 février, tremblement violent dans la Caroline méridionale, éruption de l'Etna, secousses faibles à Gênes.

» Il est important de remarquer que les plus violentes secousses qui aient jamais été ressenties sont survenues dans les derniers jours de février. Le 20 février 1835, un violent tremblement de terre a produit des dommages énormes au Chili, ruinant entièrement la ville de Conception. Le grand désastre de Lisbonne est survenu le 26 février 1531 : 15000 maisons se sont écroulées et 30000 habitants ont péri sous leurs ruines. Les premiers jours de février ont été également désastreux. Ainsi, le 2 février 1703, pendant un violent tremblement à Aquila, en Italie, 5000 hommes périrent. Le 5 février, d'effroyables secousses, en Italie et en Sicile, ont causé d'immenses dommages et ruiné Messine et plusieurs villes. Le 4 février 1797, un tremblement de terre a bouleversé le pays tout entier entre Santa Fé et Panama, détruit Cusco et Quito et englouti 10000 hommes. Le rapprochement de ces dates et, d'autre part, leur rapport avec la période solaire du 7 et du 20 février sont remarquables.

» La coïncidence d'une chute de météorites avec un fort tremblement de terre, comme le 21 février 1887, est signalée à Tschembar, en Sibérie, pour le 3 janvier 1886. Un grand bolide, en tombant, a tué un cheval attelé; la glace du lac se brise subitement et les débris sont chassés aux bords du lac. Il se produit de violentes secousses, accompagnées d'explosions formidables; on observe de fortes ondulations du sol à plusieurs milles de la ville. C'était le jour du passage de l'essaim périodique du 2 et du 3 janvier.

» Nous venons de voir que des orages de neige, des orages électriques extraordinaires, de violentes secousses et des perturbations magnétiques en Europe, en Asie et en Amérique coïncident et se suivent à de courts intervalles. A cause de leur simultanéité, je pense que ces effets sont dus à une cause extraterrestre et à des décharges d'électricité cosmique, produisant en premier lieu des troubles atmosphériques, de vrais cyclones électriques, dont le tourbillonnement amène des condensations de vapeur d'eau, des pluies torrentielles en été, des orages de neige en hiver, des aspirations de gaz souterrains (explosion de grisou), des mouvements tourbillonnaires souterrains, des trombes ignées, dont le choc contre la croûte intérieure du globe détermine les secousses, la formation de crevasses et la projection par ces crevasses d'eaux en ébullition, de boue et enfin de masses ignées si la pression est assez forte »

M. A. Leroy soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Les tremblements de terre, leurs causes et les moyens de les prévenir. »

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les péninvariants des formes binaires.* Note de M. d'Ocagne, présentée par M. Poincaré.

« Soit la forme

$$a_0 x^n + \frac{n}{1} a_1 x^{n-1} y + \frac{n(n-1)}{1.2} a_2 x^{n-2} y^2 + \ldots + a_n y^n,$$

qui peut s'écrire symboliquement $(x + ay)^n$. En considérant a_0 comme une fonction d'une variable fictive ζ, dont les dérivées successives seraient a_1,

$a_2, a_3, \ldots$, j'ai établi que $a_0^p \frac{d^p la_0}{d\zeta^p}$, que je représente par φ_p, est un péninvariant de la forme $(x+ay)^n$ (1). Pour démontrer ce théorème, je remarque que

$$\varphi_{p+1} = a_0 \varphi'_p - p a_1 \varphi_p,$$

φ'_p étant le résultat de l'opération $\frac{d}{d\zeta}$ appliquée à φ_p, et je prouve que, si φ_p est un péninvariant, il en est de même de φ_{p+1}. Comme le théorème est vrai pour φ_2, il se trouve dès lors établi dans toute sa généralité.

» On peut appliquer la même opération $a_0 \varpi'_p - p a_1 \varpi_p$, que je désignerai ici par $\delta(\varpi_p)$, à un péninvariant quelconque ϖ_p, de degré p; la démonstration subsiste intégralement, moyennant que l'on convienne de prendre $a_\nu = 0$, pour $\nu > n$, ce qui revient à considérer a_0 comme une fonction algébrique et entière de degré n de la variable fictive ζ; on voit ainsi que $\delta(\varpi_p)$ est aussi un péninvariant, ce qui permet de déduire, par une opération régulière, d'un péninvariant donné une suite indéfinie d'autres péninvariants. Mais, en généralisant encore davantage, je suis arrivé à ce théorème :

» Théorème. — *Si ϖ_p et ϖ_q sont des péninvariants de degrés respectifs p et q de la forme représentée symboliquement par $(x+ay)^n$, $q\varpi_q\varpi'_p - p\varpi_p\varpi'_q$ est aussi un péninvariant de cette forme.*

» Je vais esquisser brièvement la démonstration de ce théorème.

» On a, par hypothèse,

$$(\alpha) \qquad \sum_{i=1}^{i=n} i a_{i-1} \frac{d\varpi_p}{da_i} = 0, \qquad \sum_{i=1}^{i=n} i a_{i-1} \frac{d\varpi_q}{da_i} = 0,$$

et il faut prouver, en posant $W = q\varpi_q\varpi'_p - p\varpi_p\varpi'_q$, que

$$\sum_{i=1}^{i=n} i a_{i-1} \frac{dW}{da_i} = 0.$$

» Or cette égalité, si l'on tient compte des deux précédentes, revient à

$$q\varpi_q \sum_{i=1}^{i=n} i a_{i-1} \frac{d\varpi'_p}{da_i} - p\varpi_p \sum_{i=1}^{i=n} i a_{i-1} \frac{d\varpi'_q}{da_i} = 0$$

(1) Théorème énoncé dans les *Comptes rendus*, t. CII, p. 916, et démontré dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, t. X, p. 75.

ou, en remplaçant w'_p et w'_q par leurs valeurs en fonction des dérivées partielles de w_p et w_q par rapport à a_0, a_1, a_2, ... et tenant compte des identités obtenues en prenant les différentielles totales des identités (α),

$$q w_q \sum_{i=0}^{i=n} a_i \frac{dw_p}{da_i} - p w_p \sum_{i=0}^{i=n} a_i \frac{dw_q}{da_i} = 0.$$

» Mais le théorème d'Euler, sur les fonctions homogènes, donne

$$\sum_{i=0}^{i=n} a_i \frac{dw_p}{da_i} = p w_p, \qquad \sum_{i=0}^{i=n} a_i \frac{dw_q}{da_i} = q w_q.$$

La proposition sus-énoncée se trouve, par suite, établie. Cette proposition est susceptible de nombreuses applications. En voici une assez digne de remarque :

» Pour $w_q = a_0$, on déduit du péninvariant w_p celui-ci

$$a_0 w'_p - p a_1 w_p, \tag{1}$$

que je représenterai par $w_{p,1}$. C'est le cas de ma première Note. Pour $w_q = a_0 a_2 - a_1^2$, on en déduit cet autre

$$2(a_0 a_2 - a_1^2) w'_p - p(a_0 a_3 - a_1 a_2) w_p. \tag{2}$$

» M. R. Perrin, à l'obligeance de qui je dois diverses remarques fort intéressantes, a observé que, en répétant deux fois l'opération (1) ([1]), ou δ, et ajoutant au résultat obtenu l'expression $p(p+1)(a_0 a_2 - a_1^2) w_p$, qui est aussi un péninvariant, on arrive finalement au péninvariant

$$w_{p,2} = a_0 w''_p - 2 p a_1 w'_p + p^2 a_2 w_p.$$

» Appliquant, à mon tour, l'opération (1) (où p est remplacé par $p+1$) au péninvariant $w_{p,2}$, et ajoutant le péninvariant (2) que je viens d'obtenir, après l'avoir multiplié par $p(p+1)$, j'arrive à cet autre péninvariant

$$w_{p,3} = a_0 w'''_p - 3 p a_1 w''_p + 3 p^2 a_2 w'_p - p^3 a_3 w_p.$$

» Ainsi, se trouve confirmée pour l'indice 3 la remarque ingénieuse que M. R. Perrin a été amené à formuler par l'examen des valeurs de $w_{p,1}$ et

[1] A la seconde fois, p doit naturellement être changé en $p+1$, puisque le péninvariant $a_0 w'_p - p a_1 w_p$ est de degré $p+1$.

$\varpi_{p,2}$, à savoir qu'*il est très probable* que, si ϖ_p est un péninvariant de la forme $(x+ay)^n$, il en est de même de

$$\varpi_{p,\mu} = a_0 \varpi_p^{(\mu)} - \mu p a_1 \varpi_p^{(\mu-1)} + \frac{\mu(\mu-1)}{1.2} p^2 a_2 \varpi_p^{(\mu-2)} - \ldots + (-1)^\mu a_\mu \varpi_p,$$

remarque qu'il a, d'ailleurs, vérifiée sur de nombreux exemples particuliers. Il serait intéressant de s'assurer par une démonstration rigoureuse de la généralité de cette remarque. A défaut de cette démonstration que je ne possède pas encore, voici une formule curieuse que j'ai rencontrée en la recherchant et qui, comme on va le voir, ne manque pas d'intérêt.

» La valeur de $\varpi_{p,\mu}$ peut s'écrire symboliquement $(\varpi_p - pa)^\mu$. On voit alors quelle est l'expression que je désigne par $(\varpi_p - p\chi)^\mu$, χ_i étant supposé égal à $a_0 a_{i+1} - a_1 a_i$, ce qui entraîne $\chi_0 = 0$. Cela posé, voici quelle est la formule que j'ai obtenue, δ ayant le sens ci-dessus défini,

$$a_0(\varpi_p - pa)^\mu = \delta[(\varpi_p - pa)^{\mu-1}] - (p+1)(\varpi_p - p\chi)^{\mu-1}.$$

Cette formule, curieuse en elle-même, présente en outre cet intérêt que, s'il est prouvé que les $(\varpi_p - pa)^\mu$, déduits du péninvariant ϖ_p, sont des péninvariants, elle étend immédiatement la propriété aux $(\varpi_p - p\chi)^\mu$, et réciproquement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Rectification des cubiques circulaires, unicursales, droites, au moyen des intégrales elliptiques.* Note de M. G. DE LONGCHAMPS.

« La Note que nous avons eu l'honneur de communiquer récemment [1] à l'Académie est susceptible d'une importante généralisation. On est alors conduit au théorème suivant : *Toutes les cubiques circulaires, unicursales, droites, peuvent être rectifiées au moyen des intégrales elliptiques.*

» Cette propriété s'établit très simplement, comme nous allons l'indiquer.

Nous rappelons d'abord que les cubiques en question sont caractérisées par les propriétés suivantes :

» 1° Elles passent par les ombilics du plan ;

» 2° Elles possèdent un point double et un axe de symétrie.

---

[1] Séance du 7 mars 1887.

» Pour obtenir une génération simple de ces courbes, il faut se reporter à la description des cubiques unicursales, telle qu'elle a été autrefois proposée par M. Zahradnik (¹), et par nous-même (²), ensuite.

» Pour le cas particulier que nous visons ici, imaginons, dans un plan : une circonférence O, une droite Δ et, sur O, un point fixe M. Si nous traçons, par M, une transversale mobile rencontrant O en A, Δ en B et si nous prenons BI = OA, le lieu du point I est une cubique circulaire, unicursale; de plus, cette cubique est droite si, comme nous le supposons, Δ est perpendiculaire sur le diamètre qui passe par M.

» *Réciproquement,* toute cubique circulaire, unicursale, droite, peut être engendrée par cette construction; une pareille courbe est donc représentée par l'équation

$$\rho = a\cos\omega + \frac{b}{\cos\omega}.$$

» Cette égalité donne, par un calcul évident,

$$S = \int\sqrt{a(a+2b) + \frac{b^2}{\cos^4\omega} - 2ab\frac{\sin^2\omega}{\cos^2\omega}}\,d\omega.$$

» En posant

$$\tan\omega = z,$$

on a

$$(1)\qquad S = \int\sqrt{(a+b)^2 + 2b(b-a)z^2 + b^2z^4}\,\frac{dz}{1+z^2};$$

on est donc ramené aux intégrales elliptiques.

» Si l'on pose

$$k = \frac{a+b}{2b},$$

l'égalité (1) devient

$$(2)\qquad S = b\int\sqrt{4k^2 + 4(1-k)z^2 + z^4}\,\frac{dz}{1+z^2};$$

c'est à cette intégrale que se trouve ramenée la rectificatiom des cubiques unicursales, circulaires, droites; on la réduit aisément aux intégrales elliptiques, sous la forme canonique, en observant que la relation (2) peut

(¹) *Archives de Grunert*, t. LVI, p. 8, et *Nouvelle Correspondance mathématique*, t. I, p. 86; 1874.

(²) *Nouvelle Correspondance mathématique*, p. 403; 1879.

s'écrire

$$\frac{S}{b} = \int \frac{(z^2+1)\,dz}{\sqrt{U}} + 2(1-2k)\int \frac{dz}{\sqrt{U}} + (4k^2+4k-2)\int \frac{dz}{(1+z^2)\sqrt{U}}$$

ou encore

$$\frac{S}{b} = \int \frac{z^2\,dz}{\sqrt{U}} + (3-4k)\int \frac{dz}{\sqrt{U}} + (4k^2+4k-2)\int \frac{dz}{(1+z^2)\sqrt{U}},$$

égalité où l'on suppose

$$U = 4k^2 + 4(1-k)z^2 + z^4.$$

» Parmi les courbes célèbres auxquelles s'applique la remarque précédente, nous citerons la strophoïde ($k = -\frac{1}{2}$), la cissoïde ($k = 0$) et la trisectrice de Maclaurin ($k = -\frac{3}{2}$). Pour cette dernière, le calcul que nous avons fait connaître, dans la Note citée, conduit à une forme remarquable pour l'expression de la différentielle de l'arc de la courbe, forme qu'on ne déduirait de celle, plus générale, que nous venons de donner, que par des transformations analytiques, probablement très compliquées. Cette Note, malgré la généralisation qui précède, conserve donc son intérêt particulier.

» Je dois ajouter que l'idée de généraliser les résultats qu'elle renfermait m'a été inspirée par une Lettre de M. Neuberg, professeur à l'Université de Liège; si le théorème énoncé plus haut est nouveau, et si la présente Note offre quelque intérêt, son mérite, pour la plus grande part du moins, doit faire retour à celui-ci.

» *Remarque.* — Le cas particulier de la cissoïde est remarquable. Si, dans l'égalité (2), on suppose $k = 0$, on voit que l'intégrale

$$\int \sqrt{4+z^2}\,\frac{z\,dz}{1+z^2}$$

peut s'exprimer par les fonctions transcendantes ordinaires et l'on arrive ainsi à cette propriété, aisée à vérifier par un calcul direct : *les arcs de cissoïde sont rectifiables par les transcendantes ordinaires.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau procédé d'excitation de l'arc voltaïque sans contact préalable des deux électrodes* (1). Note de M. G. **Maneuvrier**, présentée par M. Lippmann.

« On sait qu'il n'est pas possible, dans les conditions ordinaires, d'allumer un arc voltaïque entre deux électrodes quelconques (pointes de charbon ou tiges métalliques), qui seraient séparées même par la plus faible distance. On doit préalablement les amener au contact, de manière à assurer le passage du courant électrique, puis les séparer progressivement jusqu'à une distance maximum, qui est toujours plus ou moins courte et qui dépend surtout de la force électromotrice dont on dispose.

Cette double nécessité du contact préalable des électrodes et de leur maintien à distance fixe complique beaucoup l'usage de l'arc voltaïque et en a singulièrement limité les applications scientifiques. Aussi a-t-on cherché depuis longtemps à la supprimer, en résolvant le problème de l'excitation de l'arc à distance. On y est parvenu de deux manières.

» Les deux électrodes (par exemple deux pointes de charbon Carré) étant reliées aux deux pôles de l'appareil électromoteur, on interpose entre elles la flamme d'une bougie : l'arc finit par jaillir, au bout d'un temps plus ou moins long. L'expérience réussit d'autant mieux que la flamme est moins oxydante et plus fuligineuse. Ou bien l'on fait passer entre les deux pointes, soit les décharges d'une puissante batterie électrostatique, soit, mieux encore, la série d'étincelles d'une bobine de Ruhmkorff : l'arc voltaïque s'allume au bout d'un certain temps, d'autant plus court que les étincelles sont plus longues et plus réitérées.

» Mais ces deux procédés, outre qu'ils sont d'une application peu pratique, sont d'un usage restreint à de très faibles longueurs d'arc. Ainsi, avec l'appareil électromoteur dont je me sers (2), je n'ai pas pu réaliser l'allumage par la flamme, au delà de 7^{mm}. La distance maximum a été

(1) Ce travail a été effectué au Laboratoire des recherches (Physique) à la Sorbonne.

(2) C'est une machine Gramme, à courants alternatifs, dont un circuit sur quatre travaille seul et peut donner de 400 à 500 volts aux bornes. Je mesure aisément cette différence de potentiels, à chaque instant, en reliant les bornes à un électromètre Branly, rendu apériodique à l'aide du dispositif de MM. Curie et Ledeboer et gradué par la méthode de M. Joubert.

encore plus faible pour le deuxième procédé : je n'ai jamais dépassé 3^{mm}, en utilisant pourtant les décharges d'une bobine du plus grand modèle, dont la distance explosive allait jusqu'à 10^{cm}. Or je puis, au contraire, faire jaillir spontanément l'arc voltaïque, à des distances croissantes de 5^{mm}, 10^{mm}, 15^{mm}, 20^{mm}, 25^{mm} et 30^{mm}, par mon nouveau procédé d'allumage, qui ne nécessite l'intervention ni d'une flamme, ni d'un condensateur, ni d'aucune espèce de mécanisme. Voici en quoi il consiste :

J'enferme les deux électrodes, placées en face l'une de l'autre, dans un ballon de verre hermétiquement clos, et muni d'une tubulure à robinet à trois voies, par où je puis, à volonté, enlever l'air intérieur ou introduire l'air extérieur. La capacité du vase clos dépend du diamètre des électrodes. Elle a varié, dans mes expériences, depuis celle d'un grand œuf électrique, pour des charbons de 6^{mm}, jusqu'à celle d'une lampe Edison pour des charbons de 1^{mm}. Les deux électrodes étant reliées par des fils de platine soudés dans le verre, avec une source de *courants alternatifs*, je raréfie l'air du ballon jusqu'à produire un effluve violet, analogue à celui de l'œuf électrique. Je tourne alors le robinet, de manière à laisser rentrer quelques bulles d'air : on voit alors le long et pâle effluve se ramasser brusquement entre les pointes, sous l'influence de ce brusque accroissement de pression, et se transformer instantanément en un arc voltaïque, d'un blanc éblouissant. L'expérience est très belle, très nette et des plus faciles à réaliser.

» Le degré de raréfaction où il faut amener l'atmosphère intérieure pour produire l'effluve dépend un peu de la distance des pointes et beaucoup plus de la force électromotrice de la source. Je n'ai jamais eu besoin, dans mes expériences, de pousser le vide plus loin que 5^{mm} à 6^{mm} de mercure, même au début, quand les charbons sont froids ([1]). Quant à l'accroissement de pression nécessaire pour transformer l'effluve en arc, il ne doit pas être trop fort, car il provoquerait une extinction complète et l'expérience serait à recommencer; mais il peut varier entre des limites assez éloignées. La pression finale, après la transformation, peut aller en effet de 30^{mm} à 150^{mm}. C'est ce qui permet de répéter l'expérience d'allumage avec une grande facilité et la certitude du succès. La manipulation en est des plus simples, puisqu'elle consiste à donner d'abord un demi-tour de

([1]) Je dis *au début*, car si l'on répète l'expérience après avoir échauffé les charbons et l'air intérieur, par un premier allumage même très court, la conductibilité en est tellement accrue que l'effluve reparaît aisément sous une pression de 50^{mm}.

robinet à droite, pour faire le vide dans le ballon, puis un quart de tour à gauche, pour y laisser rentrer un peu d'air : cela dure à peine quelques secondes.

» Parmi les procédés d'excitation de l'arc *à distance* que je viens d'énumérer, le dernier seul mérite réellement ce nom; les deux autres sont des procédés d'allumage *au contact*, plus ou moins déguisés. En effet, dans l'allumage à la bougie, on voit nettement sur chacune des deux pointes, en même temps qu'elles deviennent incandescentes, se former des amas, des champignons de particules charbonneuses, qui grossissent en se rapprochant l'un de l'autre : l'arc jaillit au moment précis où ces deux dépôts se rejoignent par quelque point. Dans l'allumage par les décharges, les étincelles font jaillir entre les deux électrodes une sorte de courant de particules charbonneuses, qui vont en s'épaississant de plus en plus, qui finissent par fermer le circuit, et qui, étant alors portées à l'incandescence par le passage du courant, constituent l'arc voltaïque.

» La nature même du phénomène, dans ces deux cas, explique qu'il soit rapidement enrayé par toutes les circonstances qui s'opposent à cette communication parasite entre les deux pointes, en particulier par l'accroissement de leur distance. On voit, au contraire, que l'allumage de l'arc par mon procédé peut théoriquement se faire à toutes distances des électrodes, pourvu qu'on pousse assez loin la raréfaction et, par suite, la conductibilité électrique de l'amosphère gazeuse interposée.

» J'ajouterai enfin que, une fois l'allumage réalisé, on n'a plus qu'à fermer le ballon, pour avoir un arc voltaïque, en vase clos, à l'abri de l'air et de la combustion. Cet arc possède une constance remarquable, tant au point de vue de l'intensité que de la qualité de la lumière. L'usure en est réduite à peu de chose, car elle ne provient que du délitement des charbons et de la projection de leurs particules incandescentes. Je n'insisterai pas sur les applications pratiques qu'on pourrait faire de cet appareil à l'éclairage électrique, parce qu'elles n'ont aucun intérêt scientifique. Je ferai seulement remarquer qu'on élimine par ce procédé toutes les perturbations dans le régime de l'arc, qui proviennent de la combustion et de l'accroissement continu de longueur : on les réduit ainsi au minimum, c'est-à-dire à celles qui résultent du débit plus ou moins irrégulier de la source électrique. On se met donc dans les meilleures conditions de stabilité et de durée, pour étudier les caractères physiques de l'arc voltaïque, à savoir sa force électromotrice et sa résistance. Ce dispositif expérimental peut donc rendre de réels services aux physiciens qui s'occupent de ces questions. »

TÉLÉPHONIE. — *Sur la théorie du téléphone : monotéléphone ou résonateur électromagnétique*. Note de M. E. **Mercadier**, présentée par M. Cornu.

« Dans une étude précédente (¹) sur la théorie du téléphone, je crois avoir démontré que le diaphragme magnétique de cet appareil est animé de deux espèces de mouvements différents qui se superposent. Les uns sont des mouvements de *résonance*, moléculaires, indépendants de la forme extérieure; ce sont précisément ceux qui permettent au diaphragme de transmettre et de reproduire *tous* les sons, propriété caractéristique qu'il aurait fallu préciser nettement dans le nom même du téléphone en l'appelant *pantéléphone*. Les autres sont des mouvements d'*ensemble*, transversaux, correspondant au son fondamental et aux harmoniques du diaphragme, et qui dépendent de son élasticité, de sa forme et de sa structure : ceux-là sont nuisibles au point de vue de la transmission nette de la musique et de la parole, car ils altèrent le timbre, leurs harmoniques ne coïncidant que par le plus grand des hasards avec ceux de la voix ou des instruments usuels.

» Pour mettre hors de doute l'existence et la superposition de ces deux genres de mouvements, j'ai cherché à faire prédominer les uns ou les autres à volonté dans le même diaphragme. On y parvient à l'aide de la disposition suivante que j'avais réalisée dès 1881, et que j'ai seulement simplifiée depuis.

» I. On place le diaphragme d'un téléphone quelconque dans les conditions les plus favorables pour qu'il puisse vibrer transversalement sans obstacle, et de façon à laisser se produire facilement la division en lignes nodales correspondant à un son donné bien déterminé. Pour cela, au lieu d'*encastrer* le diaphragme sur ses bords, comme on le fait ordinairement, on le *pose* simplement aussi près que possible du pôle de l'électro-aimant sur un nombre de points suffisants d'une ligne nodale.

» Si c'est un diaphragme rectangulaire, on le pose sur deux appuis rectilignes coïncidant avec les deux lignes nodales du son fondamental.

» Si c'est un diaphragme circulaire, on perce trois ouvertures de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre sur les sommets d'un triangle équilatéral inscrit dans la circonférence qui constitue la ligne nodale du premier harmonique, et l'on

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CI, p. 744 et 1001, et *Journal de Physique*, 2e série, t. V, p. 141.

pose le disque sur trois pointes en liège disposées de la même manière sur un plateau fixe et pénétrant dans les ouvertures.

» Cela étant, faisons passer dans la bobine de l'appareil une série de courants d'intensité très faible, de période graduellement décroissante, par exemple, provenant de l'émission de sons musicaux devant un transmetteur quelconque téléphonique ou radiophonique. Alors le récepteur téléphonique, modifié comme il est dit ci-dessus, ne vibre, d'une manière appréciable, que sous l'action des courants dont la période est égale à celle du son correspondant à la nodale sur laquelle repose le diaphragme, son que j'appellerai *particulier* ou *spécial :* il ne reproduit plus une série *continue* de sons de hauteur graduellement croissante, indifféremment et avec la même intensité, comme le téléphone ordinaire; il n'en reproduit énergiquement qu'*un seul;* il n'est plus *pantéléphonique,* il est *monotéléphonique;* on peut donc l'appeler *monotéléphone*.

» Ce résultat n'est pas absolu. En réalité, le diaphragme fait entendre quelques sous-harmoniques du son *spécial* correspondant à la ligne nodale fixée ; mais leur intensité est relativement très faible. De plus, le diaphragme reproduit des sons de période un peu inférieure ou supérieure à celle du son *spécial,* mais l'intervalle extrême entre ces sons est assez petit et n'excède généralement pas un ou deux commas.

» Ces réserves sont de la même nature que celles qu'on doit faire au sujet des *résonateurs* en Acoustique. Du reste, le rôle d'*analyseur* que le monotéléphone joue par rapport à ce qu'on peut appeler les ondes électromagnétiques est analogue à celui que joue un résonateur par rapport aux ondes sonores : si on leur communique en effet une série d'ondes successives ou simultanées de périodes différentes, chacun d'eux choisit en quelque sorte celle du son spécial qui correspond à sa forme géométrique et aux conditions dans lesquelles il est placé, et la renforce énergiquement.

» Le monotéléphone peut donc s'appeler aussi bien *résonateur électromagnétique*.

» II. Dans le dispositif qu'on vient de décrire, les mouvements transversaux prédominent, et il est aisé de voir l'effet qu'ils peuvent avoir dans un téléphone ordinaire ; car si l'on essaye de faire reproduire par un monotéléphone la parole articulée émise dans un transmetteur, ou bien on n'entend à peu près rien si le son *spécial* de l'appareil est hors de l'échelle où se meut la voix humaine (de l'ut_2 à l'ut_4), ou bien, dans le cas contraire, on n'entend que des sons d'un timbre modifié et des articulations

émoussées, le tout noyé en quelque sorte dans la sonorité du son spécial, toutes les fois qu'il se fait entendre.

» Mais il est très facile de produire l'effet inverse, de faire prédominer les mouvements moléculaires de résonance sur les transversaux, de rendre au monotéléphone le rôle pantéléphonique, de lui faire reproduire tous les sons avec la même intensité et la parole articulée avec netteté.

» Il suffit, pour cela, de mettre obstacle aux vibrations transversales d'ensemble, en fixant légèrement les bords ou plusieurs points du diaphragme, par exemple en y appuyant convenablement les doigts.

» Le moyen le plus simple de faire l'expérience est le suivant. On reçoit dans le monotéléphone des sons différents successifs ou simultanés parmi lesquels se trouve le son *spécial*, ou des paroles articulées à peu près à la hauteur de ce son. On approche l'oreille du diaphragme : tant qu'elle en est à une certaine distance ou qu'elle l'effleure tout au plus, on entend seulement le son spécial ; mais, si l'on appuie de plus en plus l'oreille sur le diaphragme, le son spécial s'affaiblit peu à peu, et l'on finit par entendre tous les sons avec une égale intensité, ainsi que la parole articulée sans altération sensible du timbre. Par cette seule opération très simple on a rendu aux mouvements de résonance la prédominance sur les transversaux et à l'appareil la propriété pantéléphonique que possède le téléphone ordinaire à diaphragme encastré.

» Dans une Communication ultérieure, je reviendrai sur la construction du résonateur électromagnétique et sur ses applications. »

SPECTROSCOPIE. — *Loi de répartition des raies et des bandes, commune à plusieurs spectres de bandes. Analogie avec la loi de succession des sons d'un corps solide* [1]. Note de M. **Deslandres**, présentée par M. Cornu.

« Dans une Communication précédente, j'ai indiqué une loi simple qui règle la répartition des raies d'une même bande (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 375), et qui peut être ainsi résumée [2] : « En général, les raies qui composent une même bande peuvent être divisées en séries de raies iden-

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de l'École Polytechnique, sous la direction de MM. Cornu et Potier.

(2) Le professeur Rowland m'a écrit dernièrement qu'il avait, de son côté, trouvé la même loi, sans avoir eu d'ailleurs connaissance de mon résultat.

tiques, enchevêtrées les unes dans les autres, et telles que, dans chaque série, les intervalles d'une raie à la suivante forment à peu près une progression arithmétique ». Or, cette loi simple de distribution s'applique aussi aux bandes d'un même spectre de bandes, et cette extension nouvelle de la loi forme le sujet de la Note actuelle.

» Je représente une bande par la raie origine de l'une des séries arithmétiques qui la composent, la raie origine étant la raie placée à l'extrémité de la série du côté des intervalles les plus petits, et j'étudie la répartition de ces raies origines. Or, lorsque ces raies sont exprimées *en nombres de vibrations,* j'ai retrouvé, dans un certain nombre de spectres, la loi simple déjà indiquée pour les raies d'une même bande : les raies origines peuvent être divisées en séries qui ont aussi cette propriété commune que les intervalles d'une même série forment à peu près une progression arithmétique.

» Le premier spectre sur lequel j'ai constaté cette loi de répartition est le deuxième groupe de bandes de l'azote (de λ 500 à λ 280), qui est remarquable par sa grande étendue et sa régularité; il offre 50 bandes au moins, et chaque bande est formée par la superposition de trois séries arithmétiques égales et équidistantes. Dans ce qui va suivre, je considérerai seulement la raie origine de la série arithmétique du milieu.

» La description des indices particuliers à ce spectre, qui m'ont mis sur la voie, offrirait un certain intérêt, mais prendrait ici une trop grande place. Je présente seulement un dessin et un tableau de ces bandes. Le dessin montre les cinq séries arithmétiques, égales dans ce spectre, qui comprennent toutes les raies origines, et le Tableau permet de juger l'accord entre les nombres observés et les nombres calculés.

» Dans une Note précédente, j'ai représenté les raies d'une même bande par la formule $Am^2 + \alpha$, m étant un nombre entier qui varie de 1 en 1, 2 en 2, 3 en 3, etc.; de même, les raies origines de chaque série de bandes seront données par la formule $Bn^2 + C$, et l'ensemble des raies d'une série par $Am^2 + Bn^2 + C$. La quatrième série du deuxième groupe de l'azote est ainsi représentée par la formule $0,145735 \times n^2 - 152,533$.

» J'ai vérifié aussi la loi énoncée sur les spectres suivants : le troisième groupe positif de l'azote (de λ300 à λ200) dont les raies origines forment quatre séries; le groupe du pôle négatif de l'azote avec cinq séries, le coefficient B des deux spectres précédents étant à peu près égal au coefficient B du deuxième groupe de l'azote; le premier groupe positif de l'azote (de λ700 à λ500), avec au moins trois séries, que les mesures précises du docteur Hasselberg permettent de retrouver; le spectre attribué aux hydro-

Bandes du deuxième groupe de l'azote en nombres de vibrations (N).

N observés (série I).	N observés (série II).	N observés (série III).	N observés (série IV).	N calculés (série IV).	N observés (série V).	Numéros des raies.	Intervalles calculés.
»	»	»	1183,251 L	183,241	201,045 H	48	14,136
»	»	»	197,360 H	197,377	215,179 H	49	14,428
»	»	193,162 L	211,792 H	211,805	229,578 H	50	14,719
»	188,372 H	207,770 H	226,517 H	226,524	244,279 H	51	15,010
»	203,388 H	222,787 H	241,518 H	241,526	259,316 D	52	15,302
198,776 H	218,685 H	238,080 H	256,837 D	256,828	274,664 D	53	15,593
214,352 H	234,256 H	253,714 D	272,444 D	272,430	290,247 D	54	15,885
230,247 H	250,117 H	269,587 D	288,337 D	288,315	306,077 D	55	16,176
246,374 H	266,350 D	285,791 D	304,492 D	304,492	322,247 D	56	16,468
262,872 D	282,831 D	302,230 D	320,946 D	320,961	338,707 D	57	16,759
279,636 D	299,569 D	318,990 D	337,723 D	337,721	355,479 D	58	17,051
296,664 D	316,628 D	336,020 D	354,772 D	354,773	»	59	

Les nombres de vibrations des cinq séries sont placés de manière que les intervalles égaux des séries soient sur une même ligne horizontale. Ceux qui sont suivis d'un L ont été déterminés par M. Lecoq de Boisbaudran; ceux suivis d'un H, par le Dr Hasselberg; ceux suivis d'un D, par moi-même.

carbures et le spectre de l'oxyde de carbone; enfin, le spectre primaire de l'iode que M. Thalén a décomposé en sept séries semblables. Or, lorsqu'on exprime les bandes en nombres de vibrations, ces séries deviennent des progressions, et c'est ainsi que les trente-six bandes de la première série sont représentées par la formule $N_1 = 198,964 - 0,0102985 \times n^2$, n variant de 16 à 51. L'accord avec les nombres observés est suffisamment net, malgré la faiblesse de la raison par rapport à l'erreur possible de mesure.

» Cette loi, eu égard au nombre et à l'origine des spectres cités, apparaît comme générale, et elle ramène à une structure commune des spectres au premier abord dissemblables, comme les spectres de l'iode et des hydrocarbures. En outre, si l'on prolonge du côté des intervalles les plus petits les progressions de ces spectres, qui ne présentent, en général, que les grands intervalles, on arrive à un enchevêtrement de bandes, qui rappelle l'aspect confus de spectres plus complexes en apparence, tels que ceux du brome et de l'acide hypoazotique. Il est donc permis d'espérer que ces derniers spectres seront rapportés, eux aussi, à cette loi générale.

» Mais j'ai poussé plus loin cette étude pour quelques spectres, et pour le deuxième groupe de l'azote en particulier. J'ai prolongé du côté des intervalles les plus petits les cinq progressions qui comprennent toutes les bandes, et j'ai cherché si les origines de ces nouvelles progressions étaient aussi reliées par la même loi simple. Ces origines sont données par les constantes des formules $Am^2 + Bn^2 + C$ et sont égales à $-134,151$, $-152,533$, $-171,268$, $-190,687$, $-210,623$. Or les carrés de ces constantes ont des intervalles qui sont en progression arithmétique. On peut donc remplacer C par $\sqrt{Cp^2 + \gamma}$, p étant un nombre entier.

» D'autre part, le coefficient A n'a pas la même valeur pour toutes les bandes du spectre. Il paraît être une fonction simple des paramètres n^2 et p^2 qui définissent la raie origine de la bande; mais l'étude de cette fonction n'est pas terminée, et même, pour être faite avec la rigueur voulue, elle exige une dispersion supérieure à celle dont je dispose. De toute façon, le spectre considéré peut être représenté par trois formules presque identiques et de la forme $f(n^2, p^2) \times m^2 + Bn^2 - \sqrt{Cp^2 + \gamma}$ (1).

» Ces trois formules correspondent aux trois séries arithmétiques identiques et très voisines [distantes de $0^N,100$ au plus], qui composent chaque

(1) Cette forme de la formule est provisoire. En réalité, le facteur $f(n^2 p^2)$ représente la dérivée par rapport à m^2, pour $m = 0$, d'une fonction de m^2, n^2, p^2, probablement plus complexe.

bande du groupe (¹). Le spectre du pôle négatif, dont les bandes offrent une seule série, sera représenté par une seule formule (²).

PHYSIQUE. — *Influence du degré de concentration sur la tension de vapeur des dissolutions faites dans l'éther.* Note de M. **F.-M. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« Si, dans 100^{gr} d'éther, de tension de vapeur f, on dissout un poids P d'une substance de tension de vapeur négligeable, on obtient une dissolution dont la tension de vapeur f', à la même température, est moindre

---

(¹) Les séries arithmétiques, qui forment chaque bande d'un même spectre, peuvent être considérées comme dues à un quatrième paramètre. Mais ce paramètre, par ses variations, se montre nettement distinct des trois premiers, et j'incline à penser que ces séries sont liées à la formule chimique du corps composé qui produit le spectre, et dépendent en réalité de véritables constantes. Cette opinion a déjà été émise dans une Note précédente. Si, d'après cette idée, on ne considère dans chaque bande qu'une seule série, la plupart de ces spectres sont des fonctions de trois paramètres.

(²) *Analogie avec la loi de succession des sons d'un corps solide.* — Mais la formule ci-dessus indique une analogie très nette entre la répartition des raies spectrales et la succession des sons d'un corps solide. Le mouvement vibratoire le plus général d'un corps solide est, en effet, constitué par une somme indéfinie de vibrations pendulaires dont l'intensité dépend des conditions initiales et la période des conditions relatives aux surfaces. Or cette période est aussi représentée par une fonction de trois paramètres m^2, n^2, p^2 qui correspondent aux trois dimensions de l'espace et dont les valeurs sont déterminées par les équations transcendantes aux surfaces. Ainsi, pour prendre des exemples simples, le prisme rectangle, étudié en détail dans l'Ouvrage classique de Lamé sur l'*Élasticité*, offre dans certaines conditions l'ensemble des sons de la formule $N = K\sqrt{\frac{m^2}{a} + \frac{n^2}{b} + \frac{p^2}{c}}$. Pour une plaque rectangulaire appuyée, la formule devient $N = K\left(\frac{m^2}{a} + \frac{n^2}{b}\right)$; m, n, p sont ici des nombres entiers; a, b, c sont les côtés du rectangle et de la plaque. On peut représenter par des raies les sons de ces deux formules, et l'on voit aisément que les figures obtenues ont absolument l'aspect et la structure des spectres de bandes.

L'analogie est donc manifeste et, lorsque cette fonction de trois paramètres aura été déterminée expérimentalement pour ces spectres, il sera évidemment curieux de reprendre le problème en sens inverse et de rechercher les conditions aux surfaces qui donneraient une loi identique de distribution des sons. La question est, en effet, arrivée à un point où le secours de l'Analyse mathématique et de la théorie des nombres peut être fort utile.

que f. La diminution relative de tension $\frac{f-f'}{f}$ est, comme je l'ai trouvé par expérience (*Comptes rendus* du 6 décembre 1886), indépendante de la température et sensiblement proportionnelle à P, tant qu'il n'y a pas plus de 7^{mol} de substance dissoute dans 100^{mol} d'éther. Dans ce cas, la diminution relative de tension D, produite par une molécule de substance fixe dans 100^{mol} d'éther, est donnée par l'expression

$$(1) \qquad D = \frac{f-f'}{fP} \times \frac{M}{74},$$

dans laquelle M est le poids moléculaire de la substance fixe et 74 le poids moléculaire de l'éther. Alors, comme je l'ai montré, la valeur de D est constante et égale à 0,0096.

» Pour les dissolutions plus concentrées, la quantité D cesse d'être constante, et, si l'on augmente indéfiniment la proportion du corps fixe mélangé à l'éther, on voit cette quantité diminuer de plus en plus jusqu'à zéro. Pour donner une idée précise de la manière dont D varie avec la concentration, posons

$$y = D \times 10\,000.$$

» D'autre part, représentons par x le nombre de molécules de substance fixe dissoutes dans 100^{mol} d'éther, ce qui revient à faire

$$x = \frac{P \times 74}{M}.$$

» Prenons pour ordonnées les valeurs de y et, pour abscisses, les valeurs de x. Nous obtenons de la sorte une courbe pour chaque série de mélanges d'une même substance fixe avec l'éther. Par exemple, nous trouvons une première courbe pour les mélanges d'éther et d'essence de térébenthine, à différents degrés de concentration ; une seconde pour les divers mélanges d'éther et d'aniline, etc. Les courbes ainsi obtenues ont toutes l'aspect de lignes hyperboliques ayant les coordonnées pour asymptotes ; elles sont rapprochées les unes des autres ; elles se confondent toutes à leurs extrémités ; plusieurs d'entre elles se superposent presque exactement dans toute leur longueur. De la superposition de ces lignes résulte une courbe moyenne qui peut se définir comme il suit.

» La première partie de la courbe moyenne, comprise entre $x = 10$ et $x = 100$, est représentée par l'équation

$$(2) \qquad y = 100 - 1,105x + 0,0053x^2.$$

» La deuxième partie de la même courbe, comprise entre $x = 100$ et $x = 700$, a pour équation

$$(3) \qquad y^3 x^2 = 760000000.$$

» Pour les mélanges d'éther et d'aniline, d'éther et d'essence de térébenthine, les valeurs de y données par l'expérience se confondent, à $\frac{1}{80}$ près, avec celles que donnent les formules (2) et (3). Pour les mélanges de l'éther avec le benzoate d'éthyle, le salicylate de méthyle, l'acide valérianique, les valeurs observées de y sont un peu inférieures aux valeurs calculées, mais les différences n'excèdent jamais $\frac{1}{30}$. Pour les mélanges d'éther et de nitrobenzine, les valeurs observées de y sont, dans la région moyenne de la première partie de la courbe, inférieures de $\frac{1}{10}$ environ aux valeurs calculécs.

» Lorsque x devient très petit ou très grand, toutes ces différences disparaissent, ainsi que je l'ai dit plus haut. Dans ce cas, les équations (2) et (3) conduisent à des lois simples et suffisamment exactes pour qu'il soit possible de les appliquer à la détermination des poids moléculaires.

» J'ai des raisons pour croire que tout ce qui vient d'être dit relativement aux dissolutions faites dans l'éther doit s'appliquer de point en point à la plupart des dissolutions faites dans tout autre liquide volatil, à la seule condition de remplacer, dans la formule (1), le nombre 74 par le poids moléculaire M' du dissolvant volatil employé. Jusqu'à présent, en effet, j'ai trouvé qu'il en est ainsi pour les dissolutions de matières organiques dans l'iodure de méthyle et dans l'eau, sur lesquelles j'ai expérimenté. Les recherches que je poursuis montreront si ce fait est vraiment général. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La mort par l'électricité dans l'industrie.* — *Ses mécanismes physiologiques.* — *Moyens préservateurs.* Note de M. **A. d'Arsonval**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Dans de précédentes Communications [1], j'ai indiqué les causes physiques des dangers présentés par les machines dynamo-électriques. Je n'avais alors à ma disposition que de petites machines de laboratoire.

---

[1] Voir *Comptes rendus* des 26 janvier et 9 mars 1885, et aussi *Société de Biologie*, 20 décembre 1884.

Grâce à l'obligeance de M. le professeur Mascart et de M. Hippolyte Fontaine, j'ai pu récemment me placer au point de vue pratique et poursuivre mes expériences au Collège de France avec des dynamos industrielles à courant continu et à courants alternatifs.

» J'ai mis à profit ces circonstances pour faire une étude comparative des dangers présentés par les différentes sources d'électricité. Mes essais ont successivement porté sur les effets physiologiques :

» 1° D'une machine statique (Holtz à 4 disques) chargeant une batterie;

» 2° D'une pile de 420 volts;

» 3° De machines Gramme à courant continu;

» 4° De machines Gramme alternatives;

» 5° Des bobines d'extra-courant ou d'induction associées ou non à des condensateurs statiques.

» Pour compléter cette série, j'aurais dû étudier les effets des *transformateurs*, qui tendent à entrer dans la pratique et dont les effets sont autrement redoutables que ceux des machines précédentes; mais cette lacune sera bientôt comblée, grâce à l'obligeance de M. Picou, ingénieur en chef des ateliers Edison.

» A l'aide de toutes les sources d'électricité énumérées ci-dessus, on peut amener la mort en se plaçant dans des conditions déterminées. Cette mort s'accompagne de phénomènes et de lésions excessivement variables, suivant le mode opératoire. Dans cette Note, je me mettrai exclusivement au point de vue de l'hygiène publique et je me bornerai simplement à faire connaître les conclusions pratiques découlant de mes expériences.

» J'ai reconnu que les effets si variés de l'électricité sur les êtres vivants peuvent se diviser en deux catégories principales qui les embrassent tous. L'électricité entraîne la mort des deux façons suivantes :

» 1° *Par action directe* (effets disruptifs de la décharge agissant mécaniquement pour altérer les tissus);

» 2° *Par action réflexe ou indirecte* (en agissant sur les centres nerveux dont l'irritation entraîne l'infinie variété d'effets si bien étudiés par mon maître, M. Brown-Séquard, sous les noms d'*inhibition* et de *dynamogénie*).

» Cette distinction simple, qui résulte de l'observation minutieuse des faits, a également une valeur pratique en ce sens que, dans le premier cas, la mort est fatale et définitive, tandis que, dans le second, l'expérimenta-

tion m'a démontré qu'on peut le plus souvent ramener l'individu à la vie en pratiquant la respiration artificielle immédiatement après l'accident.

» Bien que je ne puisse m'étendre ici sur ce sujet, j'indiquerai en quelques mots les dangers présentés par les différentes sources électriques.

» 1° La décharge statique n'est fatalement mortelle qu'en frappant directement le bulbe avec des décharges bien localisées dont l'énergie correspondait dans mes expériences à 3^{kgm} environ. Dans ces conditions, les différents tissus (nerfs, sang, muscles, etc.), frappés isolément par la décharge, perdent irrémédiablement leurs propriétés physiologiques.

» Si la décharge n'a pas l'énergie voulue pour altérer mécaniquement le bulbe, elle agit en l'excitant et produit les phénomènes d'inhibition respiratoire, d'inhibition du cœur, d'ecchymoses sous-pleurales, d'emphysème pulmonaire, de paralysies, d'arrêt des échanges, etc., que M. Brown-Séquard a obtenus en irritant directement la région bulbaire par les excitants les plus divers. Contrairement à ce qu'on croit généralement, il est très difficile de foudroyer un animal. Ces effets secondaires ne sont donc pas le fait de l'électricité elle-même.

» 2° Avec la pile de 420 volts on n'amène la mort que par des interruptions fréquentes et longtemps prolongées du courant. Cette mort est due à l'état tétanique provoqué par le courant, plutôt qu'à l'action directe de l'électricité. Prochainement je signalerai les effets que donne une pile de 2000 à 2500 volts.

» 3° La machine Gramme à courant continu n'est dangereuse, ainsi que je l'ai signalé dans ma précédente Note, que par son extra-courant de rupture. J'ai pu constater que les machines compound, ou à double enroulement, ont des effets foudroyants moindres que les machines excitées en série ou séries-dynamo.

» L'extra-courant d'une série-dynamo donnant 20 ampères et 45 volts foudroyait un cobaye, tandis que l'extra-courant d'une compound donnant 25 ampères et 110 volts ne produisait aucun effet nuisible. Cette différence s'explique en considérant que le second enroulement sert de fil de dérivation. J'arrive à supprimer cet extra-courant en rompant le circuit graduellement à l'aide d'un simple robinet en grès, contenant du mercure qui sert de coupe-circuit.

» 4° Une machine Gramme alternative n'entraîne la mort qu'au-dessus de 120 volts de différence moyenne de potentiel.

» 5° Une bobine d'extra-courant est plus dangereuse qu'une bobine d'induction, surtout si elle est associée à un condensateur.

» Le danger d'une décharge isolée est défini uniquement par la *courbe électrique* de cette décharge. La notion de la différence de potentiel et de l'intensité moyenne ne suffit pas : on doit faire intervenir pour la plus grande part la notion de la *durée* de cette décharge. Pour l'analyse des effets physiologiques de l'électricité, j'ai imaginé depuis longtemps un appareil qui enregistre automatiquement cette courbe électrique de l'excitation, courbe dont on peut faire varier isolément et à volonté tons les paramètres. On arrive ainsi à dissocier facilement les effets de l'excitant électrique : j'y reviendrai prochainement.

» Il en est de même pour les courants alternatifs, pour lesquels il faut de plus tenir compte de la fréquence des renversements. Ne pouvant insister ici, je me borne à dire que, dans les conditions réalisées ordinairement dans l'industrie, le courant tue par action réflexe. Aussi ai-je pu, dans la majorité des cas, ramener à la vie les animaux foudroyés en pratiquant sur eux la respiration artificielle.

» La conclusion pratique de cette Note est qu'il faut, dans une usine électrique, pouvoir pratiquer immédiatement la respiration artificielle sur tout individu foudroyé; on a ainsi de grandes chances de le rappeler à la vie.

» Les courants employés jusqu'ici dans l'industrie tuent le plus souvent par arrêt respiratoire. La respiration artificielle, en empêchant l'asphyxie, permet à la respiration naturelle de se rétablir. »

M. **Brown-Séquard**, à propos de la Communication de M. *d'Arsonval*, présente les remarques suivantes sur le traitement de la perte de respiration.

« M. d'Arsonval aurait pu dire que, depuis plusieurs années déjà, nous employons avec succès, au Collège de France, un mode d'excitation ayant une très grande puissance pour faire revenir la respiration arrêtée par inhibition. Ce procédé est bien supérieur à la cautérisation transcurreute, employée par Faure et d'autres expérimentateurs. Il consiste tout simplement dans l'application d'un courant faradique aux côtés du larynx sur la peau humide ou superficiellement incisée.

» On sait que, dans les laboratoires, on donne avec un certain succès des chocs galvaniques sur un point quelconque, pour rétablir la respiration chez des animaux ayant eu une cessation de cette fonction par in-

fluence du chloroforme ou dans d'autres cas. Nous avons trouvé, dans des expériences comparatives, qui ne peuvent laisser aucun doute, que de toutes les parties du corps celle qui, étant galvanisée, a le plus de puissance pour faire revenir la respiration, est celle que nous avons désignée. Il y a une raison très naturelle pour qu'il en soit ainsi : par la faradisation de cette partie, on irrite légèrement les nerfs vagues, ce qui, comme le savent tous les physiologistes, est une cause de respiration et même quelquefois d'augmentation notable de l'énergie respiratoire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Dosage de l'acide vanadique.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« La méthode autrefois indiquée par Berzélius, et dont le principe repose sur l'insolubilité du vanadate d'ammoniaque dans le sel ammoniac, permet de doser le vanadium à l'état d'acide vanadique d'une manière exacte et relativement simple, mais à la condition de prendre quelques précautions indispensables si l'on veut être à l'abri de l'erreur.

» Le vanadate d'ammoniaque est en effet, à la température ordinaire, insoluble dans une solution saturée de sel ammoniac; si donc on ajoute du chlorhydrate d'ammoniaque à une dissolution d'un vanadate alcalin, de manière à l'en saturer, tout l'acide vanadique se précipite sous la forme d'une poudre cristalline blanche, qui se rassemble aisément et est facile à laver avec de l'eau saturée de chlorhydrate d'ammoniaque; mais, quand les lavages ont enlevé toutes les substances étrangères, il est indispensable d'éliminer le sel ammoniac à son tour; car, s'il en reste mélangé au vanadate ammoniacal ou si le filtre en demeure imprégné, il se volatilise lorsqu'on calcine la matière, réduit l'acide vanadique en donnant des composés volatils, et l'on voit alors apparaître, le long des bords de la capsule de platine dans laquelle l'opération s'effectue, une coloration bleue de la flamme, signe certain que du vanadium s'est volatilisé et que le dosage est inexact. La quantité de métal entraîné peut être considérable si le sel ammoniac était mélangé au vanadate en proportion un peu notable; mais, si peu qu'il en reste, on comprend que la même réaction se produise et donne lieu à des pertes d'acide vanadique impossibles à évaluer.

» Il est donc nécessaire d'enlever la totalité du chlorhydrate d'ammoniaque, et l'on peut y parvenir en se servant d'alcool; mais ce réactif, versé sur un filtre imprégné d'une solution saturée de sel ammoniac, précipite

ce dernier à la surface du filtre et dans son épaisseur même, et ce sel, peu soluble dans l'alcool, devient difficile à entraîner; employer un mélange d'eau et d'alcool serait dangereux, car un tel mélange contenant même 4 parties d'alcool pour 1 d'eau dissoudrait un peu de vanadate s'il n'était au préalable saturé de sel ammoniac qu'il ne pourrait plus dissoudre. Voici comment on peut s'y prendre pour éviter ces inconvénients :

» 1° Supposons l'acide vanadique dissous à l'état de sel alcalin pur. Il convient tout d'abord de s'assurer que la liqueur est neutre ou alcaline; car dans une solution acide le vanadate ammoniacal ne se précipiterait pas complètement; comme tout vanadate acide est plus ou moins coloré, si la liqueur à analyser n'est pas complètement incolore, on lui ajoute de l'ammoniaque et on la chauffe jusqu'à décoloration totale; cette décoloration aurait lieu à froid, mais elle pourrait demander plusieurs heures. Une fois la température du liquide descendue à 30° ou 40°, on y projette peu à peu du chlorhydrate d'ammoniaque en poudre et l'on agite de manière à le saturer de ce sel à peu près; enfin on ajoute à la solution quatre ou cinq fois son volume d'alcool et on la laisse reposer quelques heures; le sel ammoniac étant peu soluble dans ce mélange, on se trouve opérer ainsi avec une liqueur saturée dans laquelle ce vanadate d'ammoniaque est insoluble; enfin, si la température de la solution aqueuse ne dépassait pas 40° quand on l'a saturée de chlorhydrate, l'addition d'alcool ne précipite que peu de ce sel et, comme il est très divisé, des lavages à l'alcool peuvent aisément le dissoudre. Après quelques heures de repos, on filtre le liquide alcoolique et on lave le précipité réuni sur le filtre avec de l'alcool qui ne dissout pas de vanadate d'ammoniaque en proportion appréciable.

» Lorsqu'on agite la solution aqueuse avec le sel ammoniac dont on veut la saturer, il est bon d'éviter l'emploi d'une baguette de verre, car, partout où elle frotte le vase, il se dépose des cristaux de vanadate adhérents aux parois et difficiles à en détacher avec un pinceau.

» 2° Quand la liqueur dans laquelle on veut doser l'acide vanadique contient, outre le vanadate, d'autres sels alcalins peu solubles dans l'alcool, ils pourraient être précipités avec le vanadate d'ammoniaque et l'on doit modifier un peu la manière d'opérer. On commence par saturer la liqueur de sel ammoniac dont on laisse un petit excès non dissous, puis on y verse quatre ou cinq fois son volume d'une solution saturée du même sel; on laisse déposer quelques heures, on décante sur un filtre la liqueur claire qui surnage le précipité et qui contient la majeure partie des sels étrangers, et on la remplace par de nouvelles solutions de sel ammoniac en

ayant bien soin de laisser toujours un peu de sel solide. Après cinq ou six heures de repos, on recommence la décantation de la liqueur claire sur le même filtre qui a déjà servi et, suivant les circonstances, on répète encore une ou plusieurs fois le lavage. Enfin on perce le filtre, on le lave à l'eau bouillante pour recueillir les traces de vanadate d'ammoniaque qui auraient pu être entraînées pendant les décantations, et l'on reçoit l'eau de lavage dans le vase qui renferme le précipité de vanadate ammoniacal qui se redissout en partie ; la nouvelle liqueur ainsi obtenue est exempte de sels étrangers ; on la sature vers 40° de sel ammoniac et l'on termine l'opération comme il a été dit précédemment.

» 3° Le filtre qui contient le vanadate d'ammoniaque, bien lavé à l'alcool, est séché à l'étuve ; on fait tomber le dépôt dans une capsule de platine, on place le filtre par-dessus et l'on chauffe graduellement jusqu'au rouge. Le filtre brûle, le vanadate se décompose, le charbon du filtre brûle à l'air, enfin la masse fond ; on la maintient quelque temps en fusion de manière à l'oxyder complètement, et l'on pèse la capsule après refroidissement.

» En opérant ainsi sur quelques décigrammes d'acide vanadique, on pourrait craindre la formation de petites quantités du composé VO^4, VO^5 très difficile à oxyder totalement dans ces circonstances. Pour éviter cette faible cause d'erreur, on effectue la calcination au rouge sombre, et, sans s'inquiéter de brûler le charbon du filtre, on l'arrose, ainsi que la matière pulvérulente qui provient de la destruction du vanadate d'ammoniaque, avec un peu d'acide azotique pur, puis on évapore à sec : les oxydes du vanadium se changent en acide vanadique ; le résidu de l'évaporation étant alors porté au rouge, ce qui reste du filtre disparaît en quelques instants, l'acide vanadique fond, et on le pèse après refroidissement de la capsule.

» 4° Quand l'acide vanadique à doser n'est pas à l'état de sel alcalin, il faut en général l'y amener et se débarrasser des oxydes étrangers. On procède à cette séparation d'une façon qui varie avec la nature des oxydes en présence desquels on se trouve, et cette opération souvent difficile conduit à obtenir l'acide vanadique en solution alcaline ; il ne reste plus alors qu'à opérer le dosage comme on vient de l'expliquer. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Rôle chimique du manganèse et de quelques autres corps dans les aciers.* Note de M. **F. Osmond**, présentée par M. Troost.

« J'ai étudié antérieurement, dans différentes conditions de chauffage et de refroidissement, les relations qui existent, pour les aciers simplement carburés, entre les changements moléculaires du fer et les changements d'état du carbone.

» Je me propose aujourd'hui de montrer quelle action exercent sur les phénomènes précités les différents corps étrangers que l'on rencontre le plus souvent associés au carbone dans les aciers industriels.

» Le rôle du manganèse, dont la présence est constante dans les produits Bessemer et Martin-Siemens, était particulièrement intéressant à fixer; j'ai donc étudié d'abord le refroidissement des échantillons suivants :

	Aciers.				Ferromanganèses de Saint-Louis.	
	A.	B.	C.	D.	E.	F.
Carbone pour 100....	0,29	0,32	0,42	0,46	»	»
Silicium pour 100....	0,06	0,05	$0,03_5$	0,07	»	»
Manganèse pour 100.	0,27	0,50	1,00	1,08	20,00	50,00

» Les résultats d'observation sont réunis dans le Tableau ci-dessous (¹) :

	A.	B.	C.	D.	E.	F.
Température initiale du refroidissement	1100°	1100°	1100°	1100°	900°	900°
Ralentissement principal dû au changement d'état du fer	800°-715°	760°-690°	725°-690°	720°-643°	Absence.	
Récalescence	685°	664°	648°	643°	Absence.	

» On voit, en comparant ces résultats entre eux et à ceux que fournissent d'autres aciers aussi peu manganésés que possible, que, pendant le refroidissement, le manganèse retarde à la fois le changement moléculaire du fer et la récalescence, c'est-à-dire qu'il maintient le carbone à l'état dissous et le fer à l'état β, d'autant plus longtemps qu'il est en proportions plus

(¹) Les déviations du galvanomètre sont transformées en degrés par la formule parabolique de Tait, comme dans les Notes des 26 octobre et 6 décembre 1886.

fortes. Cette action est absolument comparable à celle que produirait un refroidissement plus rapide sur un acier non manganésé de même teneur en carbone. En un mot, elle équivaut à une trempe plus ou moins dure; conclusion d'accord avec les propriétés mécaniques connues des aciers manganésés. Dans les ferromanganèses à 20 pour 100 de Mn et au-dessus, on n'observe plus aucune perturbation, le refroidissement ayant été suivi jusqu'à 300°. Le fer et le carbone y restent donc au même état depuis le rouge-cerise clair jusqu'à la température ordinaire. C'est pourquoi ces alliages ne sont pas magnétiques à froid, tout comme les aciers au-dessus de la température critique : le fer est dans les deux cas sous la même forme.

» Le tungstène possède la même propriété que le manganèse et même à un degré plus marqué. Un acier dur pour aimants, contenant une assez forte proportion de tungstène et aussi de manganèse, ayant été abandonné au refroidissement à partir de 1100°, n'a donné la récalescence qu'à la température exceptionnellement basse de 540°-530°. Toutefois la température initiale a ici une grande influence.

» Le chrome ne paraît pas agir sur la transformation du fer, autant du moins que j'ai pu m'en assurer, n'ayant pas à ma disposition d'aciers chromés extra-doux; mais il a certainement sur la récalescence une action précisément contraire à celle du manganèse : il élève la température à laquelle se produit le changement d'état du carbone, et c'est vraisemblablement à cette circonstance que les aciers chromés doivent d'être peu fragiles eu égard à leur dureté.

» Le silicium ne se rencontre guère dans les aciers sans y être accompagné d'une quantité généralement supérieure de manganèse. Dans ces conditions, il ne semble pas avoir d'influence sur les phénomènes étudiés. Ces phénomènes se sont produits, pour un échantillon contenant pour 100

Carbone..... 0,35 Silicium..... 0,55 Manganèse... 0,87

aux mêmes températures que pour un acier sans silicium présentant du reste la même composition. On sait d'ailleurs que le silicium ne fait pas tremper les aciers.

» Le soufre neutralise, pour ainsi dire, une partie du manganèse. Un acier rouverin, pratiquement inutilisable, contenant pour 100

Carbone..... 0,48 Soufre...... 0,28 Manganèse.... 0,51

a donné la récalescence à 696°; tandis que l'acier B ci-dessus, de même teneur en manganèse, mais n'ayant que la faible teneur en soufre des aciers normaux, avait donné le même phénomène à 664°. La différence entre les teneurs en carbone des deux échantillons n'expliquerait nullement un aussi grand écart.

» Le phosphore n'a pas d'influence certaine sur la modification du fer ni sur la récalescence. Son action nuisible doit être rapportée à des causes absolument différentes, c'est-à-dire à la formation dans l'acier de composés fragiles par eux-mêmes et qui facilitent, en fondant à une température relativement basse, la cristallisation du fer.

» Chaque corps étranger joue donc dans les aciers un rôle distinct. L'équivalence entre proportions définies de corps différents n'aura donc généralement lieu que vis-à-vis d'une seule propriété physique, les autres propriétés étant simultanément altérées suivant des lois différentes. Le carbone paraît rester le seul corps *aciérant*, au sens classique du mot : les autres corps qui interviennent aussi dans les propriétés caractéristiques des aciers ne sont que des modificateurs; mais la métallurgie en tire souvent un parti utile pour répondre à des besoins déterminés (1). »

CHIMIE. — *Sur quelques combinaisons ammoniacales du sulfate et de l'azotate de cadmium.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« Voici quelques détails relatifs à la préparation des sulfates et azotates de cadmium ammoniacaux obtenus dans des circonstances différentes de celles où on les a d'abord préparés : j'indique aussi les rapprochements que l'on peut faire avec les sels correspondants de zinc et de cuivre.

» I. Si l'on fait passer un courant de gaz ammoniac dans une solution de sulfate de cadmium dans l'ammoniaque, en refroidissant bien le liquide, il se produit au bout de peu de temps un volumineux précipité cristallin formé de très petites aiguilles. Ce composé, séché sur du papier, dégage une très forte odeur d'ammoniaque; il possède la même formule que le corps que l'on obtient en dissolvant à une douce chaleur ces mêmes cristaux qui remplissent la solution ammoniacale et laissant refroidir le liquide. Dans ce dernier cas, les cristaux sont seulement un peu plus volumineux.

(1) Ce travail a été commencé au laboratoire de M. H. Le Chatelier et poursuivi au laboratoire de M. Troost.

» L'analyse conduit à la formule $CdSO^4, 2AzH^3, 2HO$:

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
SO^3	25,64	25,67	26,12
Cd	35,89	35,21	35,69
AzH^3	21,79	22,31	21,70

» Le rapport $\frac{Cd}{AzH^3}$, égal à $\frac{1}{2}$, est le même qu'avec le sulfate de cuivre ammoniacal que j'ai préparé en faisant passer un courant très prolongé de gaz ammoniac dans le sulfate de cuivre; c'est encore ce même rapport que présente le sulfate ammoniacal de zinc préparé dans les mêmes conditions.

» On peut précipiter la presque totalité du cadmium à l'état de sulfate ammoniacal, en maintenant suffisamment longtemps le courant gazeux, comme dans le cas du sulfate de cuivre, mais moins complètement.

» Des cristaux de même formule que les précédents peuvent être obtenus en mettant sous une couche d'alcool une solution de sulfate de cadmium dans l'ammoniaque. Au bout de plusieurs jours, il se dépose de grands cristaux en tables qui, séchés sur du papier, semblent moins altérables que les précédents et ne dégagent qu'une très faible odeur ammoniacale [1]. On retrouve encore la même composition avec les cristaux obtenus par évaporation d'une solution de sulfate de cadmium dans l'ammoniaque.

» II. La dissolution de l'oxyde de cadmium dans le sulfate d'ammonium se fait assez aisément; mais, même après une action prolongée, on n'obtient par refroidissement que des mélanges de composition non constante, contenant du sulfate d'ammonium et du sulfate double de cadmium et d'ammonium. Une solution saturée à froid de AzH^4SO^4 a été chauffée plusieurs heures avec de l'oxyde de cadmium : après deux évaporations ménagées suivies de la séparation de cristaux de sulfate d'ammoniaque, j'ai isolé un sel dont la composition se rapproche de la formule

$$SO^4Cd, 3AzH^4SO^4, 10HO.$$

» Avec l'oxyde de cuivre, dans ces conditions, on n'obtient que des

(1) Sur ce sujet, voir les expériences de Malaguti et Sarzeau (*Ann. de Chimie et de Physique*, 3e série, t. IX, p. 431, et celles de G. Müller (*Lieb. Ann.*, t. 149, p. 70).

cristaux de AzH^4SO^4 colorés en bleu clair par un peu de sulfate de cuivre, mais n'en retenant que 3 à 4 pour 100. En évaporant à sec cette solution et reprenant par l'eau le résidu, Tüttschew a obtenu un sulfate basique insoluble qui présente la composition de la *brochantite*.

» L'oxyde de zinc ajouté peu à peu à une solution de sulfate d'ammoniaque à l'ébullition, de façon que le liquide reste toujours limpide, fournit une belle cristallisation, peu abondante, laquelle constitue un sulfate double à équivalents égaux, très voisin de la formule $SO^4Zn, AzH^4SO^4, 7HO$, mélangé cependant d'un peu de sulfate d'ammoniaque. Le sulfate double, préparé par le mélange des deux sulfates, présente sensiblement la même composition.

» III. Lorsqu'on dissout du nitrate de cadmium cristallisé dans de l'ammoniaque à 20 pour 100, les premières portions du sel disparaissent immédiatement; il se fait, par une addition ultérieure de sel, un volumineux précipité cristallin; celui-ci a été redissous à une faible chaleur et exposé ensuite au froid. On a séché sur du papier les cristaux de nitrate ammoniacal déposés; leur composition est la suivante, $AzO^6Cd, 3AzH^3, HO$:

	Calculé.	Trouvé.
AzO^5	30,33	30,11
Cd	31,46	31,87
AzH^3	28,65	28,41

» Ils dégagent, en fondant, un peu d'eau, quand on les chauffe dans un petit tube, puis ils noircissent et produisent une légère explosion. On obtient un corps de même composition, mais anhydre, en faisant passer un courant prolongé de AzH^3 dans une solution ammoniacale de nitrate de cadmium. Les cristaux assez volumineux déposés au sein du courant ont pour formule $AzO^6Cd, 3AzH^3$:

	Calculé.	Trouvé.
Cd	33,13	32,72
AzH^3	30,18	30,32

» Ces deux derniers corps donnent au contact de l'eau froide un précipité blanc amorphe.

» Le rapport $\frac{Cd}{AzH^3}$ est donc égal à $\frac{1}{3}$ dans ce nitrate; dans le nitrate de zinc ammoniacal, ainsi que je l'ai établi par des analyses antérieures, il est égal à $\frac{1}{2}$. Ce dernier rapport est également celui du nitrate ammoniacal de cuivre (Berzélius, Kane). Il ne semble pas exister d'autre nitrate ammoniacal de cuivre que celui décrit par ces deux auteurs. En effet, que l'on

emploie un courant prolongé de gaz ammoniac passant à froid dans une solution de nitrate de cuivre dans l'ammoniaque, exposée ensuite à basse température, ou que l'on redissolve à une douce chaleur le précipité de nitrate ammoniacal obtenu en ajoutant un excès de nitrate de cuivre dans de l'ammoniaque, faisant ensuite passer un courant de ce gaz, puis laissant refroidir, il se forme toujours un composé dans lequel le rapport

$$\frac{Cu}{AzH^3} = \frac{1}{2}.$$

» Dans le n° 5 des *Berichte der deuts. chem. Gesells.*, paru il y a quelques jours, je trouve [1] l'indication de la préparation d'un chlorure de zinc ammoniacal obtenu par la dissolution de l'oxyde de zinc dans le sel ammoniac. J'ai décrit avec détails, il y a trois ans, cette même préparation ainsi que celle d'un bromure ammoniacal, et j'ai fait connaître les composés provenant : 1° de l'action de l'eau en excès; 2° de l'action de l'eau en tube scellé sur ces corps [2]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche et le dosage du vanadium dans les roches et les minerais.* Note de M. **L. L'Hôte**, présentée par M. Peligot.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 7 décembre 1885), j'ai donné un procédé qui permet d'extraire de la vanadite la totalité du vanadium à l'état de chlorure de vanadyle, en utilisant la différence de volatilité des chlorures à une température déterminée.

» En poursuivant mes recherches, j'ai observé qu'on pouvait appliquer ce procédé au dosage du vanadium dans les roches et les minerais.

» La méthode suivie comprend deux opérations : l'extraction du vanadium à l'état de solution vanadique ; son dosage par liqueurs titrées ou par pesées.

» Pour isoler le vanadium, il faut faire passer du chlore sec sur le mélange intime de matière (4 parties) et de charbon (1 partie) contenu dans un tube chauffé dans une étuve spéciale à la température de 250°. S'il s'agit de minerais, qui, presque toujours, sont arsénifères, il est indispen-

(1) Hermann Thoms, *Berichte*, t. XX, p. 743.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 84 et 98.

sable de calciner préalablement au rouge le mélange empâté avec de l'huile. Lorsqu'on opère sur une roche, cette précaution est inutile. Comme générateur de chlore, on se sert de l'appareil de M. Schlœsing (*Encyclopédie chimique*, t. X, p. 219).

» Le tube contenant le mélange est relié à un système de condenseurs, formé de deux tubes barboteurs à boules de Mohr, renfermant de l'eau distillée. Le chlorure de vanadyle ayant la propriété de donner, en présence de l'eau, de l'acide vanadique, la présence du vanadium est signalée par la formation d'un enduit rouge sur la portion du premier tube reliée directement à l'appareil.

» S'il n'y a qu'une très faible quantité de vanadium dans la roche examinée, le liquide de la première boule ne se colore pas. On peut caractériser le vanadium en dissolvant le produit condensé dans l'acide chlorhydrique faible. La solution évaporée donne un résidu qui, mouillé avec une goutte de sulfure d'ammonium incolore ([1]), prend la coloration pourpre caractéristique du sulfure de vanadium.

» On dose le vanadium en suivant la méthode de Margueritte appliquée à la détermination de petites quantités de fer. Il faut d'abord préparer une liqueur titrée d'acide vanadique, en dissolvant de l'acide vanadique pur dans l'acide sulfurique. 10^{cc} de cette liqueur correspondent à $0^{gr},0028$ de vanadium. De nombreuses expériences synthétiques m'ont démontré qu'on pouvait doser le vanadium comme le fer, en réduisant le sel vanadique par le zinc. La solution de permanganate employée pour l'oxydation est au $\frac{1}{1000}$. Avec une pareille dilution, il est nécessaire d'observer certaines précautions pour bien saisir la fin de l'opération. Il faut opérer avec des liqueurs chaudes et se servir d'eau distillée n'ayant aucune action sur le permanganate. L'eau distillée, préparée dans les conditions ordinaires, décolore toujours le permanganate en solution étendue. En la distillant de nouveau sur du permanganate cristallisé et en la conservant à l'abri des poussières de l'air, elle est suffisamment pure pour le titrage. Par un calcul très simple, on obtient la proportion de vanadium.

» Lorsque la quantité d'acide vanadique est assez élevée, comme dans certains minerais, le liquide de la première boule se colore en bleu verdâtre. La solution acide additionnée d'ammoniaque et évaporée à sec

---

([1]) On prépare facilement ce sulfure incolore, en mettant des copeaux d'argent vierge dans le petit flacon plein de sulfure d'ammonium.

Le sulfure d'argent est complètement insoluble dans le sulfure alcalin.

donne un résidu qui, chauffé au rouge, est de l'acide vanadique qu'on peut peser.

» Voici quelques-uns des résultats obtenus :

» *Roches.* — J'ai opéré sur de la bauxite, roche dans laquelle Henri Sainte-Claire Deville a reconnu la présence du vanadium (¹) en analysant des petits cristaux octaédriques qui s'étaient déposés dans des lessives alumino-sodiques.

» On a dosé, par kilogramme :

	Vanadium.
Bauxite des Baux	$0^{gr},050$
Bauxite de la Cluse de Péreille (Ariège)	$0^{gr},031$

» *Minerais.* — On a recherché le vanadium dans de la pechblende (urane oxydulé) et dans un minerai de fer.

» La pechblende est un minéral très arsénical.

» Voici les chiffres trouvés, en rapportant à 1^{kg} :

	Vanadium.
	gr
Pechblende de Bohême I	1,620
Pechblende de Bohême II	1,400
Fer oxydé hydraté (Moselle)	0,083

» J'ajouterai que, par cette méthode, j'ai pu constater directement le vanadium dans les scories de déphosphoration qui sont utilisées aujourd'hui par l'Agriculture comme matière phosphatée. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle classe de ferro- et de ferricyanures.* Note de M. **J.-A. Muller**, présentée par M. Friedel.

« En précipitant incomplètement, par le chlorure ferrique, l'eau mère d'une lessive de prussiate de potasse obtenue à l'usine des produits chimiques de Croix (Nord), où l'on appliquait le procédé Ortlieb et Muller pour la fabrication de l'acide cyanhydrique et de ses dérivés (²), M. J. Ortlieb trouva, après avoir séparé le précipité de bleu de Prusse formé dans le traitement précédent, que le liquide filtré donnait, avec le chlorure ferrique, un précipité violet.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXI, p. 314.
(²) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XLI, p. 449.

» Un pareil précipité avait aussi été obtenu par M. Schützenberger ([1]), dans la précipitation, par le chlorure ferrique, d'une solution de prussiate provenant du traitement des résidus des épurateurs d'usines à gaz; mais M. Schützenberger disposait d'une quantité de produit trop minime pour en faire une étude complète.

» Ayant eu à ma disposition environ 300^{gr} à 400^{gr} de précipité violet sec, je me suis proposé de faire l'étude de ce produit ainsi que de ses dérivés, et je vais résumer dans cette Note les résultats auxquels je suis déjà arrivé.

» *Préparation du ferrocyanure de potassium correspondant au précipité violet.* — Le précipité violet a été traité à chaud par une solution de carbonate de potasse pur, employé en quantité insuffisante pour transformer la totalité du précipité; la solution a été filtrée, et le liquide fut légèrement alcalinisé par une lessive de potasse; puis, après ébullition, le mélange obtenu fut filtré une seconde fois. Le liquide filtré fut évaporé au bain-marie, de façon à obtenir une solution presque saturée, en la refroidissant à la température ordinaire. Cette solution froide fut ensuite additionnée d'une quantité suffisante d'alcool ordinaire, pour obtenir un précipité assez notable, et le mélange fut filtré, afin de séparer le prussiate ordinaire qui reste dans le précipité formé par l'alcool. Enfin, la solution alcoolique fut évaporée à sec, le résidu repris par l'eau, et la solution filtrée fut abandonnée à la cristallisation par évaporation spontanée. Il se forma d'abord une cristallisation confuse, en forme de choux-fleurs, tapissant les bords supérieurs du cristallisoir, jusqu'au niveau du liquide; mais, bientôt après cette première cristallisation, il s'en forma une seconde, beaucoup plus régulière, au fond du cristallisoir.

» *Caractères du nouveau cyanoferrure de potassium.* — Ce corps cristallise, soit en écailles très minces, soit en tablettes rectangulaires plus ou moins épaisses; il est très soluble dans l'eau, qui dissout, pour 100 parties d'eau à 18° de température, 148 parties de sel cristallisé. La solution de ce sel, qui est neutre au tournesol et à la phénolphtaléine, offre, vis-à-vis des sels métalliques suivants, les caractères que voici :

» *Chlorure de cadmium.* — Précipité blanc laiteux, se rassemblant par chauffage, soluble dans l'acide chlorhydrique.

» *Nitrate de cobalt.* — Précipité couleur fleur de pêcher, devenant bleu lorsqu'on

---

([1]) D'après une communication particulière.

chauffe et reprenant sa couleur par refroidissement; ce précipité est insoluble dans l'acide chlorhydrique.

» *Sulfate cuivrique.* — Précipité vert-pomme, insoluble dans l'acide chlorhydrique.

» *Sulfate ammoniaco-ferreux.* — Précipité blanc, bleuissant instantanément lorsqu'on ajoute de l'acide nitrique.

» *Chlorure manganeux.* — Précipité blanc volumineux, soluble dans l'acide chlorhydrique.

» *Chlorure ferrique.* — Coloration violette et, au bout d'un ou deux jours, précipité de même couleur; ce précipité est partiellement soluble dans l'acide chlorhydrique froid et dilué.

» *Molybdate d'ammoniaque (solution nitrique).* — Précipité jaune serin.

» *Chlorure d'or.* — Coloration rouge brun.

» *Nitrate d'urane.* — Précipité jaune, un peu orangé; ce précipité est insoluble dans l'acide acétique, mais il est soluble dans une solution d'acétate d'ammoniaque.

» *Analyse.* — Les cristaux en écailles minces, séchés entre des doubles de papier buvard, renfermaient 15,93 pour 100 d'eau qu'ils perdirent complètement à 110°; ces cristaux, maintenus pendant plusieurs semaines dans l'air sec à la pression et à la température ordinaires, perdirent, sans s'effleurir, 13,85 pour 100 d'eau. L'analyse du nouveau cyanoferrure, faite sur la matière sèche, m'a donné les résultats suivants :

	Trouvé		Calculé pour
	I.	II.	$FeK^3C^6Az^5O$.
Fer	17,01	17,07	16,90
Potassium	35,30	35,15	35,41
Carbone	21,64	21,51	21,73
Azote	21,17	21,14	21,12
Oxygène	»	»	4,84
			100,00

» La formule $FeK^3C^6Az^5O + 3,5H^2O$ exige 15,98 pour 100 H^2O.

» *Action de la chaleur.* — Chauffé à l'abri de l'air, entre 300° et 400°, jusqu'à cessation de dégagement gazeux, le nouveau cyanoferrure perdit (à l'état sec), 9,05 pour 100 de son poids, et fournit 8,33 pour 100 d'oxyde de carbone absorbable par une solution acide de chlorure cuivreux : la formule $FeCOCy^5K^3$, exige 8,47 pour 100 de CO. Dans cette décomposition pyrogénée, il s'est formé, en outre, du cyanoferrure de potassium ordinaire et du cyanure de fer.

» La formule, $FeCOCy^5K^3$, s'interprète en admettant l'existence du radical trivalent, le *carbonylferrocyanogène*,

$$Fe\left\langle\begin{matrix}CO\\ |\\ Cy^5\end{matrix}\right.\equiv .$$

» *Action du chlore.* — En ajoutant à une dissolution du nouveau cyanoferrure de potassium une solution de chlore jusqu'à cessation de coloration violette avec le chlorure ferrique, on obtient un liquide jaune qui se distingue d'une solution de cyanoferride de potassium en ce qu'il donne avec le sulfate ferreux un précipité bleu, un peu violacé; avec le nitrate mercureux, un précipité qui est blanc au moment même de sa formation et avec le nitrate d'argent un précipité marron devenant blanc. Dans l'action du chlore sur ce nouveau cyanoferrure, il se forme aussi une petite quantité d'acide chlorhydrique et il se dégage un peu de gaz acide carbonique.

» En faisant agir l'amalgame de sodium sur une solution du nouveau ferrocyanure de potassium préalablement traitée par un faible excès d'eau de chlore, il s'est formé un mélange de cyanoferrure ordinaire et de carbonylferrocyanure : à ce dernier correspond donc aussi un *carbonylferricyanure.* »

M. C. Friedel présente les remarques suivantes, à l'occasion de la Communication de M. *Muller :*

« Le fait intéressant découvert par M. Muller, de l'existence d'un carbonylferrocyanure de potassium $FeCOCy^5K^3$ vient appuyer une formule que j'ai proposée, il y a quelques années, pour les ferrocyanures. Ces composés renfermeraient un anneau hexagonal d'atomes de carbone; dans le nouveau ferrocyanure de M. Muller, un groupe $(AzH)''$ se trouverait alors remplacé par O'' sans autre modification du noyau

```
              AzH                           AzH
               C                             C
          AzC⁄   ⁀CAzH                  AzC⁄   ⁀CAzH
    Fe⁄    |       |              Fe⁄    |       |
      ⁀AzC         CAzH             ⁀AzC         CAzH
          ⁀  C  ⁄                       ⁀  C  ⁄
              AzH                            O
```

» Si ces symboles ne peuvent encore être considérés comme s'appuyant sur un nombre suffisant de transformations, ils ont au moins l'avantage

d'être mnémoniques et de s'appliquer aux autres cyanures analogues et aux ferricyanures sans aucune difficulté. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le terpinol.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **R. Voiry**, présentée par M. Friedel.

« Le terpinol découvert par Wiggers et List dans l'action à 100° des acides très dilués sur la terpine ou dihydrate cristallisé de terpilène a été considéré par eux comme un éther $C^{40}H^{34}O^2$ d'un monohydrate $C^{20}H^{18}O^2$ non encore trouvé à cette époque. Depuis, de nombreuses recherches ont été faites sur cette substance sans nous éclairer complètement sur sa composition. Celles d'Oppenheim montrent seulement que le terpinol de List n'est pas un corps homogène, mais renferme, d'après les résultats des analyses de fractions passant à des températures très différentes, un corps plus carburé et un second voisin de la composition d'un monohydrate véritable $C^{20}H^{18}O^2$, bouillant plus haut. Les nouvelles recherches de Tilden et surtout de Flawitzki, puis de Tanret, ont confirmé les résultats d'Oppenheim. Tanret (¹) particulièrement a réussi à isoler un composé liquide dont la composition et la densité de vapeur répondent bien à celles du monohydrate.

» Ces divergences nous ont engagés à reprendre cette étude. Nous avons constaté que la plupart des différences observées tiennent, d'une part, à ce que l'on désigne sous le nom commun de *terpinol* des mélanges d'origine très différentes, provenant soit de l'action des acides sulfurique ou chlorhydrique dilués sur la terpine, soit de l'action des alcalis, de la potasse alcoolique, sur les dichlorhydrates ou dibromhydrates de terpilène; actions qui, tout en paraissant fournir les mêmes corps, les donnent en proportions très différentes. De même, l'emploi des acides de concentrations variables fournit aussi des produits différents, ce qui multiplie encore les causes d'erreur.

» Nous avons principalement étudié la réaction primitive de List, en faisant agir à l'ébullition des solutions très étendues au millième au plus d'acide sulfurique sur la terpine. Le produit, distillé d'abord avec l'eau, a été soumis à une longue série de distillations fractionnées à la pression normale jusqu'à 190°. Sous pression réduite pour les produits supérieurs, il se sépare en deux masses, l'une passant de 170° à 176° sous la pression

(¹) Tanret, *Annales de Chimie et de Physique*, 1885.

normale, la seconde de 130° à 135°, sous une pression de 4^{cm} de mercure.

» Cette dernière portion rectifiée à nouveau se présente sous la forme d'un liquide très visqueux, à odeur de jacinthe ou de muguet, restant indéfiniment liquide à la température ordinaire, voisine de 0°. Nous y avons introduit une parcelle d'un autre monohydrate $C^{20}H^{18}O^2$ cristallisé, le monohydrate de caoutchine, dont nous avons, M. Lafont et moi, réalisé récemment la synthèse. Au bout d'un temps assez long, ce petit cristal a déterminé la cristallisation de la plus grande partie de cette fraction du terpinol. Nous avons isolé ces cristaux en les égouttant d'abord et en les essorant sur du papier pendant plusieurs jours.

» Ce nouveau composé cristallin a rigoureusement la composition d'un monohydrate $C^{20}H^{18}O^2$, identique ou seulement isomorphe avec le monohydrate de caoutchine. Ces cristaux fondent très facilement; leur point de fusion est situé entre 30° et 32°, ce qui les rapproche à nouveau des monohydrates de terpilènes.

» Le liquide fondu reste en surfusion; sa densité à 0° est de 0,952; il est inactif sur la lumière polarisée, comme la terpine qui lui a donné naissance et comme l'hydrate de caoutchine. Il bout à 218° sans altération; traité par un courant de gaz chlorhydrique, il se transforme intégralement en dichlorhydrate $C^{20}H^{18}Cl^2$ et en eau.

» L'ensemble de ses propriétés semble donc l'identifier complètement avec le monohydrate de caoutchine. Nous comptons vérifier cette opinion par la mesure des cristaux de ces deux substances. Ces expériences confirment d'une manière définitive la présence, dans le terpinol, d'un monohydrate de terpilène inactif pour lequel nous proposons le nom de *terpilénol* inactif ou de *terpol*. Ajoutons que, dans nos expériences, il s'en forme environ les $\frac{5}{6}$ de la masse totale.

» Le second produit obtenu passe presque entièrement de 170° à 173°; il reste liquide, même quand on le soumet à un froid prolongé de $-50°$. Sa densité à 0° a été trouvée égale à 0,898 et 0,902, c'est-à-dire intermédiaire entre celle de l'hydrate cristallisé précédent et celle du carbure. Sa composition répond assez exactement à celle indiquée par List, correspondant à la formule $(C^{20}H^{17}O)^2$; mais, si l'on prend la densité de vapeur de cette fraction, on constate que cette densité 4,66 correspond, non à cette formule, mais à la formule moitié moindre, ce qui est invraisemblable. En présence de ces résultats nous avons cherché de nouveau à fractionner ce produit avec le plus grand soin à l'aide d'un déflegmateur Le Bel à six boules. Mais, en prenant les densités à 0° d'abord de la portion passant avant 170°

presque nulle, puis de la portion principale 172°-174°, et enfin du résidu distillant au-dessus de 180°, nous avons constaté que ces densités étaient identiques. Comprises entre 0,905 et 0,902, nous avons constaté que toutes ces parties étaient sensiblement identiques.

» Nous croyons pouvoir expliquer ces résultats en disant que cette fraction renferme une combinaison spéciale de carbure $C^{20}H^{16}$ terpilénique avec le monohydrate précédent : combinaison analogue aux hydrates de chloral, par exemple, qui se décomposerait, en totalité ou à peu près, en carbure et en monohydrate vers 170°, de telle sorte que la densité de vapeur prise à cette température, ou au-dessus, doit être la moyenne de celle des deux composants. Cela expliquerait un grand nombre de résultats contradictoires obtenus précédemment, suivant que, dans la préparation, on aurait formé un excès de carbure ou de monohydrate.

» Cette fraction, que nous représentons, pour ne rien préjuger, par la formule $mC^{20}H^{16} + nC^{20}H^{18}O^2$, se comporte, vis-à-vis de l'acide chlorhydrique, comme le monohydrate lui-même : elle fixe la quantité de gaz correspondant à un dichlorhydrate que l'on obtient facilement cristallisé. Le composé tout entier appartient donc à la série terpilénique.

» Il se pourrait encore que ce produit fût constitué par un mélange de carbure terpilénique et d'un second hydrate à point d'ébullition voisin, comme on croit en avoir observé dans certaines essences naturelles, telles que l'essence de semen-contra, l'essence de cajeput. Nous espérons le démontrer prochainement; mais cette hypothèse nous paraît peu probable, les faits observés sur ces essences méritant d'être vérifiés de plus près. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des propylamines et des isoamylamines.* Note de M. **H. Malbot**, présentée par M. Friedel.

« J'ai été conduit à étendre aux amines dérivées de différents alcools les observations que j'ai eu l'honneur d'exposer récemment à l'Académie, sur les isobutylamines ([1]).

» La présente Communication est relative aux propylamines dérivées de l'alcool propylique normal et aux isoamylamines dérivées de l'alcool amylique de fermentation ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 63.

([2]) Ces deux séries d'amines ont déjà fait l'objet des recherches de plusieurs chimistes.

» Ces deux alcools, avant d'être traités, ont été rectifiés avec le plus grand soin : le premier a distillé à 98°; le deuxième à 129°-130°. Ils ont été convertis en éthers chlorhydriques, qui ont été amenés eux-mêmes à l'état de pureté parfaite.

» Ces éthers ont été additionnés d'ammoniaque aqueuse en proportion exactement équimoléculaire, et chauffés en vases clos de 140° à 165° pendant douze ou vingt-quatre heures.

» Quand on laisse les tubes refroidir, on constate que la couche inférieure a augmenté aux dépens de l'autre. En même temps on voit la première couche se prendre en une masse de cristaux serrés de sel ammoniac. Si l'on prolonge l'action de la chaleur, il arrive un moment où la couche inférieure cesse d'augmenter, et par refroidissement les cristaux de sel ammoniac débordent un peu dans la couche supérieure : la réaction est alors arrivée à son terme.

» La couche inférieure est principalement constituée par du sel ammoniac et de l'eau; elle renferme, en outre, de l'ammoniaque, une portion d'amine primaire à l'état de sel et une portion à l'état libre, enfin des traces d'amines secondaire et tertiaire.

» La couche supérieure est formée essentiellement par des amines secondaire et tertiaire libres avec une certaine quantité d'éther chlorhydrique qui n'a pas réagi, de très petites quantités d'eau, d'alcool régénéré, enfin des traces d'ammoniaque et de sels d'amines en solution.

» L'ammoniaque et les sels sont éliminés par un lavage à l'eau. La liqueur surnageante, séchée sur de la potasse, est distillée. L'éther chlorhydrique et l'alcool correspondant passent d'abord avec un peu d'amine secondaire. La température s'élève ensuite brusquement et l'on recueille l'amine secondaire mélangée avec l'amine tertiaire, qui est notablement prépondérante.

» La proportion d'amine primaire diminue à mesure que le radical alcoolique se complique; elle est de $\frac{1}{5}$ pour les propylamines; elle était de $\frac{1}{10}$ pour les isobutylamines; elle devient extrêmement faible pour les isoamylamines.

» J'ai reconnu que toutes les bases qui se présentent en abondance à l'état libre sont déplacées à froid de leurs combinaisons salines par l'ammoniaque, avec la plus grande facilité. Cette action de l'ammoniaque fera l'objet d'une étude spéciale pour toute la série des amines combinées à des acides minéraux ou organiques, monobasiques ou polybasiques.

» Je ferai remarquer ici que cette propriété de l'ammoniaque modifie

profondément la théorie de la formation simultanée des amines, et conduit à de nouvelles équations. Il est à présumer que ces équations ellesmêmes ne traduisent les faits qu'incomplètement, car les amines libres, déjà formées, doivent réagir sur l'éther chlorhydrique concurremment avec l'ammoniaque, et là se trouve peut-être la cause principale de la prédominance des bases tertiaires dans ces nouvelles expériences.

» J'ajouterai, pour clore cet exposé, que le rendement est excellent.

» Je me propose de faire des recherches analogues sur d'autres amines de la série grasse et sur certaines amines de la série aromatique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers octyliques des acides mono-, di- et trichloracétiques*. Note de M. **Gustave Gehring**.

« L'alcool qui a servi à la préparation de ces trois éthers composés a été obtenu par l'action de l'hydrate de potasse sur l'huile de ricin. C'est donc l'acide octylique secondaire découvert par M. Bouis.

» La transformation de cet alcool en monochloracétate d'octyle a été effectuée par la méthode d'éthérification, basée sur le principe de l'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur un mélange de l'alcool et de l'acide. Dans ce but, on mélange dans un ballon de verre quantités équivalentes d'alcool octylique et d'acide monochloracétique cristallisé. On fait ensuite passer dans ce système un courant continu d'acide chlorhydrique gazeux bien sec. La masse s'échauffe très notablement. Pour arriver à une transformation complète, le liquide est chauffé pendant trente heures, en augmentant lentement la température et en condensant les vapeurs formées par un appareil à reflux. A la fin, on porte la température à 170°. Lorsque la solution est refroidie, on la verse dans l'eau. Il se sépare un liquide huileux, qui d'abord tombe au fond du vase; mais, après purification, il surnage dans l'eau pure. Toute acidité est enlevée en neutralisant le liquide par le bicarbonate de soude. On lave à grande eau, on sèche le produit sur le chlorure de calcium et l'on distille. Par fractionnement, on voit que la presque totalité du liquide passe à 234°.

» Ce corps a donné à l'analyse des nombres correspondant à la formule du monochloracétate d'octyle $CH^2ClCO^2(C^8H^{17})$.

» Le monochloracétate d'octyle est une huile neutre, incolore, très mobile, douee d'une odeur éthérée, piquante et d'une saveur brûlante. Il bout à 234°. Il tache le papier d'une manière permanente et brûle

avec une flamme vert foncé. L'eau ne le dissout pas, mais l'alcool et l'éther le dissolvent en toutes proportions. Sa densité à 10° est égale à 0,9904.

» La préparation du dichloracétate d'octyle s'opère de la façon suivante : On met dans un ballon, surmonté d'un réfrigérant ascendant, du dichloracétate de potassium sec et pulvérisé et l'on y ajoute de l'alcool octylique en léger excès par rapport à la quantité indiquée par l'équation. Il se forme une bouillie très épaisse, sensiblement sans dégagement de chaleur. Lorsqu'on y fait passer un courant d'acide chlorhydrique sec à une température peu élevée, la masse devient liquide et il se forme un dépôt cristallin de chlorure de potassium. On chauffe, comme dans le cas précédent, pendant trente heures, jusqu'à ce qu'il se produise un vif bouillonnement vers 175° et l'on s'arrête. Quand le refroidissement est complet, on verse le produit dans l'eau. Le liquide huileux qui se sépare à la surface est lavé par l'eau, séché par le chlorure de calcium et enfin soumis à une rectification. En fractionnant, on trouve que la majeure partie passe entre 241° et 246° avec point d'arrêt à 244°.

» Les analyses du corps ainsi purifié ont fourni des nombres qui s'accordent avec la formule du dichloracétate d'octyle $CHCl^2CO^2(C^8H^{17})$.

» Le dichloracétate d'octyle est un liquide neutre, incolore, mobile, moins lourd que l'eau; il bout à 244°. Il a à peu près les mêmes propriétés physiques que l'éther précédent. Son odeur et sa saveur sont moins marquées.

» Pour préparer le trichloracétate d'octyle, on dissout la quantité théorique d'acide trichloracétique dans l'alcool octylique. La dissolution s'accomplit avec dégagement de chaleur et le liquide vire en même temps au rouge vineux. En faisant passer de l'acide chlorhydrique, le mélange se maintient chaud. Après une heure, on commence à chauffer lentement jusque vers 150° et l'on y maintient le liquide pendant huit ou neuf heures, Le produit formé est précipité par l'eau, neutralisé par le bicarbonate de soude, desséché sur du chlorure de calcium et purifié par plusieurs distillations. On obtient ainsi un liquide qui passe, à 170°, dans le vide et dont l'analyse a fourni des résultats s'accordant avec la formule du trichloracétate d'octyle, $CCl^3CO^2(C^8H^{17})$.

» Ce corps est liquide, incolore, doué d'une odeur éthérée, voisine de celle des corps précédents; il bout vers 260°; sa densité est plus faible que celle de l'eau [1]. »

---

[1] Travail du laboratoire de M. le professeur P. Schützenberger, au Collège de France.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherche, dans les vins, des sucres de canne, glucoses et dextrines frauduleusement ajoutés.* Note de M. **Tony-Garcin.** (Extrait).

« La falsification des vins par les sucres, glucoses et dextrines a pris, depuis deux ans, une très grande importance, surtout dans les vins exotiques importés en France.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les conclusions auxquelles m'ont conduit plus de cinq cents observations effectuées sur les vins les plus divers de nature et d'origine : France, Algérie, Italie, Espagne, Hongrie, Turquie, etc.

» Les vins décolorés à froid par le noir animal lavé à l'acide (30^{gr} de noir pour 100^{cc} de vin) sont passés au polarimètre Laurent dans le tube de $0^{m},20$, puis on y dose la matière réductrice par la liqueur cuprotartrique.

» Voici la règle pratique que j'ai déduite de mes déterminations pour caractériser l'addition aux vins de sucre de canne (non interverti, c'est-à-dire ajouté après fermentation), de glucoses, de dextrines ou autres matières dextrogyres.

» On dose la matière réductrice à la liqueur cuprotartrique. On détermine la déviation polarimétrique.

» Si la teneur en matière réductrice est de 2^{gr} ou au-dessous, le vin est caractérisé contenir une matière dextrogyre étrangère, quand sa déviation polarimétrique est supérieure à $+13'$.

» Quand le vin contient plus de 2^{gr} de matière réductrice, de sa teneur, exprimée en grammes par litre, on déduit 1,5 et l'on multiplie le reste par 6. On affecte ce produit du signe +, et l'on en fait la somme algébrique avec la déviation polarimétrique observée, exprimée en minutes. Si cette somme est supérieure à + 13, on conclut que le vin est additionné d'une matière dextrogyre étrangère. Si l'excès sur + 13 dépasse une dizaine de minutes, la conclusion est certaine.

» Il ne reste plus au chimiste qu'à déterminer la nature de la matière ajoutée. Le sucre de canne est caractérisé et dosé par inversion, la dextrine par saccharification. La glucose, en l'absence de sucre de canne et de dextrine, par le rapprochement de la richesse du vin en sucre réducteur avec sa déviation.

» Pour les chimistes qui opèrent avec le saccharimètre Soleil, le Laurent

à lumière blanche, le Prazmowski à compensateur, j'ai vérifié expérimentalement qu'on peut à très peu près passer, pour le vin, du titre saccharimétrique à la déviation polarimétrique déterminée à la lumière jaune, en comptant le degré saccharimétrique pour 13′. La transformation faite, le calcul est effectué comme ci-dessus.

» Pour la commodité et la brièveté du langage, j'ai appelé dans le vin *déviation polarimétrique corrigée du sucre*, ou *déviation propre*, le résultat du calcul dont j'ai exposé le mécanisme plus haut. Mon travail se résume alors en cet énoncé :

» *La déviation propre d'un vin pur de matière dextrogyre n'est jamais supérieure à* + 13′. »

ZOOLOGIE. — *De l'appareil excréteur et des organes génitaux chez la Bilharzie*. Note de M. **Joannès Chatin** ([1]).

« L'appareil excréteur est relativement très développé et s'ouvre au dehors par un orifice contractile situé vers l'extrémité de la région caudale. Cet orifice donne accès dans un réservoir assez allongé, et recevant les principaux vaisseaux, représentés par deux vaisseaux latéraux et un vaisseau médian, qui se sépare bientôt en deux branches divergentes. Au point de vue de la morphologie générale de ce système, la Bilharzie semble donc pouvoir être rapprochée des types (*Distomum clavatum*, etc.) chez lesquels ces vaisseaux sont au nombre de quatre. Des troncs principaux ainsi constitués partent plusieurs branches latérales qui émettent de nombreuses ramifications se subdivisant dans les diverses régions du corps. On remarque chez le mâle une réduction marquée dans les différentes parties de l'appareil, qui s'y présente néanmoins avec les mêmes dispositions générales. Les canaux excréteurs sont limités par une membrane propre, finement granuleuse sur sa face interne.

» Les organes génitaux offrent un intérêt tout spécial chez la Bilharzie, en raison de la diœcie qui caractérise ce type, diœcie absolument exceptionnelle dans le groupe des Trématodes; mais leur étude est difficile et l'on s'explique comment la plupart des auteurs se bornent à reproduire presque intégralement la description de Bilharz, qui est loin d'être exacte.

» On le reconnaît dès qu'on aborde l'examen de l'appareil sexuel du

([1]) Voir *Comptes rendus*, 28 février 1887.

mâle, dont les testicules sont généralement mentionnés comme « cinq » grosses masses ovoïdes et pressées les unes contre les autres ». Une telle interprétation doit être sans doute rapportée à l'étude exclusive d'animaux hâtivement durcis ou montés dans le baume du Canada, car, si l'on modifie la technique en faisant macérer les vers dans une solution alcaline faible, on voit les testicules se séparer nettement les uns des autres et se montrer formés, dans leur portion périphérique, par des tubes fins qui se continuent inférieurement avec les canaux séminifères. Ces dispositions sont doublement intéressantes, car elles montrent ici une dissémination rare chez les Distomiens, en même temps qu'elles indiquent une tendance vers la forme qui se trouvera réalisée chez le *D. hepaticum*, dont les testicules présentent une texture remarquable, que M. Émile Blanchard a le premier fait connaître.

» Les canaux séminifères, grêles et minces, s'étendent des testicules au canal déférent qui se dirige, après un court trajet, vers le « canal gynécophore ». Avant sa terminaison, il se renfle en une poche latérale assez volumineuse dans laquelle on chercherait vainement à distinguer une vésicule séminale, une poche du pénis, etc. : c'est un simple sac prostatique, analogue à celui qui existe chez divers autres Trématodes. Les termes mêmes de *pénis* et de *poche du pénis* doivent disparaître de la diagnose de la Bilharzie, cette espèce n'offrant pas trace d'organe copulateur et la partie terminale du conduit déférent n'y dépassant pas la valeur d'un canal éjaculateur.

» Chez la femelle, l'appareil reproducteur est également assez difficile à étudier dans son ensemble. Petit et latéral, l'ovaire se trouve masqué par une portion de l'utérus; il s'étend d'arrière en avant, offrant plusieurs lobes que séparent de faibles dépressions; son contenu est formé d'abondantes cellules parmi lesquelles on distingue des ovules à divers degrés de développement. Un oviducte assez court relie l'ovaire au carrefour formé par le conduit albuminifère et par le pédoncule de la glande coquillière.

» Les glandes albuminogènes sont représentées par de nombreux lobules disséminés latéralement et dont le produit se rassemble dans un canal central qui se dilate avant de se terminer près de l'oviducte, comme je viens de l'indiquer. La constitution de l'appareil albuminogène, étudiée dans sa partie glandulaire et dans ses voies évacuatrices, semble assez différente de ce qu'on a coutume d'observer chez la plupart des animaux voisins; cependant, on ne saurait réellement y voir une forme aberrante et, pour discerner ses affinités morphologiques, il suffit d'interroger certains

types, tels que le *Diplozoon*, chez lequel j'ai montré, il y a quelques années ([1]), l'existence de dispositions très voisines de celles qui caractérisent ces parties dans la Bilharzie.

» La glande coquillière est de forme irrégulièrement conique, se prolongeant vers son extrémité supérieure et se trouvant portée, d'autre part, sur un pédoncule court et large. Revêtue d'une forte membrane conjonctive, elle est tapissée par un épithélium épais, à cellules relativement assez grosses. On ne trouve souvent qu'un seul œuf dans la cavité interne de cette glande, particularité intéressante, car elle rappelle ce qui s'observe chez plusieurs Polystomiens. Le même rapprochement paraît s'affirmer dans le mode de formation de la coque ovulaire et, d'une façon générale, l'organe rappelle l'ootype des Polystomiens plutôt que la glande coquillière des Distomiens.

» C'est dans son voisinage immédiat que l'utérus prend naissance. Sa partie initiale ou profonde s'élargit notablement, répondant ainsi par sa forme, comme par sa situation, au réceptacle séminal des Douves; l'utérus devient ensuite plus étroit, puis s'élargit de nouveau et se rétrécit encore une fois avant de se terminer à l'orifice génital qui s'ouvre près de la ventouse ventrale, dans une petite dépression protégée par un fort repli musculo-cutané.

» Dans la région commune à l'oviducte, au conduit albuminifère, à l'utérus, etc., on distingue parfois une sorte de petit tractus noirâtre qui se dirige vers la face dorsale et paraît représenter le canal de Laurer, mais je ne l'ai pas vu s'ouvrir à l'extérieur. Néanmoins sa présence, même à l'état d'ébauche, serait intéressante à mentionner chez la Bilharzie; car quelques auteurs, se fondant sur la diœcie exceptionnelle que présente ce type, refusent *a priori* d'y admettre l'existence d'une « vulve d'accouplement destinée chez le Distome hermaphrodite à l'intromission du pénis »; or, on sait aujourd'hui que le conduit de Laurer ne peut être regardé comme un canal vaginal, et l'on s'accorde à lui reconnaître une signification toute différente, aussi conciliable avec la diœcie qu'avec l'androgynie. Il n'existe pas d'ailleurs ici d'organe de copulation : émise par le canal éjaculateur, la semence s'écoule vraisemblablement dans le canal gynécophore, et se trouve amenée par le sillon ventral de la femelle jusqu'à l'orifice du canal utérin. Facilitée par l'accouplement presque permanent, qui compense si singulièrement les effets de la diœcie, la fécondation se trouve donc assurée

([1]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1880.

par un procédé analogue à celui qu'on admet aujourd'hui chez la plupart des Trématodes, dont la Bilharzie se rapproche étroitement ainsi par tous les détails de son organisation. »

ZOOLOGIE. — *Sur la puissance de multiplication des Infusoires ciliés.* Note de M. E. MAUPAS.

« La puissance de multiplication des Ciliés est sous la dépendance des trois facteurs suivants : 1° la qualité et l'abondance de la nourriture; 2° la température; 3° l'adaptation biologique de chaque espèce au point de vue alimentaire.

» Le rôle et l'action des deux premiers facteurs se comprennent d'eux-mêmes; ils varient d'une façon uniforme pour toutes les espèces. L'influence du troisième facteur varie, au contraire, d'une façon particulière à chaque type. Cette influence dépend de l'organisation de l'appareil buccal qui, suivant sa structure et sa disposition, détermine le genre d'alimentation. On retrouve, en effet, chez les Ciliés, comme chez les animaux supérieurs, des herbivores, des carnivores et des omnivores. Ces diverses adaptations alimentaires ont également pour cause primitive l'organisation particulière de la bouche chez les différentes espèces.

» Les Cryptochilum, les Paramécies, les Colpodes, les Tillina, les Colpidium, les Vorticellides sont des herbivores, se nourrissant presque exclusivement de schizomycètes et de petites zoospores. Ces Infusoires sont les grands nettoyeurs des eaux putrides. Quelques Paramécies placées dans une goutte d'eau grouillante de Bactéries, Vibrions, Bacilles et autres microbes, la rendront, en peu d'heures, aussi pure et aussi claire qu'une eau de source. Les Stentors, les Euplotes et beaucoup d'Oxytrichides sont omnivores et vivent à la fois de schizomycètes et de petits Infusoires entraînés par leur tourbillon alimentaire. Les Enchelys, les Didinium, Lacrymaires, Leucophres, Trachélides, Coleps sont des carnassiers. Quelques-unes de ces espèces peuvent cependant se nourrir de schizomycètes à l'état de *zooglœa*.

» Dans les petits aquariums à infusions, les espèces de Ciliés apparaissent successivement en se remplaçant et en se supplantant dans un ordre à peu près constant. L'adaptation alimentaire particulière des espèces explique sans peine ce phénomène. Au début, les espèces herbivores, trouvant une abondante nourriture de schizomycètes, pullulent en net-

toyant l'eau de ces microphytes. Puis viennent les carnassiers, qui pourchassent les herbivores pour s'en nourrir et finissent par les faire disparaître, en se multipliant à leur tour. La fatalité inexorable de la lutte pour l'existence ne se manifeste nulle part avec une évidence plus intense que dans ce petit monde. J'ai vu nombre de fois des cultures fort riches d'espèces herbivores ravagées et détruites en quelques jours par des *Coleps hirtus*. Ce petit carnassier, avec sa puissante armature buccale, peut attaquer victorieusement tous les Ciliés, seraient-ils dix et vingt fois plus volumineux que lui.

» La *Stylonichia pustulata* est l'espèce dont j'ai étudié le plus complètement la faculté de reproduction. J'ai suivi jour par jour deux cultures isolées, chacune pendant plus de trois cents générations successives, qui ont duré un peu plus de huit mois. Cette espèce, dans les conditions les plus favorables de qualité et d'abondance de nourriture, se fissipare une fois par vingt-quatre heures avec une température de 7° à 10° C., deux fois avec 10° à 15°, trois fois avec 15° à 20°, quatre fois avec 20° à 24° et cinq fois avec 24° à 27°. C'est-à-dire que, dans le premier cas, un individu en produira deux; dans le deuxième, quatre; dans le troisième, huit; dans le quatrième, seize, et dans le cinquième, trente-deux. En ne considérant que ce dernier chiffre, nous voyons qu'avec une température de 25° à 26° C. une seule Stylonichie pourrait produire un million de descendants en quatre jours, un billion en six jours et cent billions en sept jours et demi.

» A l'aide de mesures d'une précision très suffisante, j'ai calculé que le corps d'une *Stylonichia pustulata* avait un volume égal à 100 000 μ cubes et que, par suite, il en faut 10 000 pour faire 1^{mmc} et un million pour 1^{cc}. Le protoplasma ayant une densité à peu près à celle de l'eau, ce million de Stylonichies pèsera 1^{gr}, un billion 1^{kg} et cent billions 100^{kg}. D'où il résulte qu'une seule Stylonichie pourrait produire 1^{kg} de protoplasma en six jours pleins et 100^{kg} en sept jours et demi.

» On obtient ces chiffres lorsque la *Stylonichia pustulata* reçoit une abondante nourriture animale composée de petits Infusoires; mais lorsqu'on la soumet à un régime exclusivement végétal, elle ne se fissipare plus qu'une fois par vingt-quatre heures avec une température de 14° à 16° C. et deux fois avec 18° à 20°. Sa longueur, qui, avec la nourriture animale, égalait 160μ, est réduite à 125μ.

» J'ai également fait de longues cultures de la *Stylonichia mytilus*, dont j'ai suivi plus de trois cents générations successives, échelonnées sur une durée de six mois. Sa puissance de multiplication est plus faible que celle

de la *St. pustulata*. Avec une température de 6° à 9° C. elle ne se fissipare qu'une fois tous les deux jours; avec 10° à 14°, une fois par jour; avec 15° à 18°, deux fois, et trois fois avec 19° à 25°.

» L'*Euplotes patella* exige une température de 15° à 20° C. pour se fissiparer une fois par vingt-quatre heures et de 20° à 24° pour deux fois. L'*Onychodromus grandis* ne se fissipare que tous les deux jours avec 5° à 7° C., une fois par vingt-quatre heures avec 7° à 12°, et deux fois avec 13° à 16°; l'*Oxytricha fallax*, deux fois avec 14° à 16° et trois fois avec 17° à 18°.

» Le *Stentor cœruleus*, dont j'ai suivi pendant un mois les générations issues d'un premier individu isolé, se fissipare une fois par jour avec 24° à 26° C.; le *Spirostomum teres*, une fois tous les deux jours avec 16° à 18° C.

» Le *Paramecium aurelia* se fissipare par vingt-quatre heures une fois avec 14° à 17° C., deux fois avec 18° à 20°; le *Paramecium caudatum*, une fois avec 15° à 17° et le *Paramecium bursaria*, une fois tous les trois à quatre jours avec 13° à 15°.

» La *Leucophrys patula* (¹), exclusivement carnivore, se fissipare une fois par vingt-quatre heures avec 6° à 7° C., deux fois avec 8° à 11°, trois fois avec 12° à 14°, quatre fois avec 15° à 18° et cinq fois avec 19° à 20°. Le *Glaucoma scintillans*, encore plus prolifique, se fissipare trois fois avec 12° à 13°, quatre fois avec 13° à 15°, et cinq fois avec 15° à 18°; le *Colpidium colpoda*, deux fois avec 12° à 14° et trois fois avec 15° à 20°; le *Coleps hirtus*, une fois avec 16° à 18°; le *Loxophyllum fasciola*, deux fois avec 15° à 17°; le *Spathidium hyalinum*, une fois avec 16° à 17° et deux fois avec 17° à 19°; une Vorticelle indéterminée, une fois avec 14° à 16°.

» Des *Glaucoma scintillans*, *Stylonichia pustulata*, *Colpidium colpoda* et *Paramecium bursaria*, cultivés pendant un mois entier dans une obscurité complète, s'y sont développés et multipliés exactement comme ceux tenus en plein jour. La lumière n'a donc aucune action sur leur développement. »

(¹) Dans mes précédentes Communications (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 1170, et t. CIV, p. 308) j'avais affirmé que les individus de cette espèce, isolés sans nourriture, donnaient naissance à 64 petits rejetons, à la suite de six bipartitions rapides et successives. Ce n'est pas tout à fait exact. De nouvelles observations m'ont fait voir que, suivant leur taille, ils ne produisent que 8, 16 ou 32 petits rejetons et, par conséquent, ne se fissiparent que trois, quatre ou cinq fois. Le nombre des petits rejetons produits en trois jours et demi doit donc varier entre 131 072 et 524 288.

ZOOLOGIE. — *La structure réticulée des Protozoaires*. Note de M. **J. Kunstler**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La substance constitutive des Protozoaires offre une grande variété de structure, dont on décrit souvent l'un des aspects en disant qu'elle est *réticulée*. Si ce vocable doit être pris au sens propre, il est assurément l'expression d'un fait contestable qui demanderait une démonstration préalable.

» Dès l'année 1881, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie le résultat de mes observations sur la structure du protoplasma, et j'ai décrit des tissus « criblés d'une multitude de vacuoles extrêmement » petites, remplies d'un protoplasma aqueux, régulièrement disposées et » séparées les unes des autres simplement par de minces parties de sub- » stance plus dense ». Et, plus tard, j'ai ajouté : « Le protoplasma offre » l'aspect d'un réseau très fin et continu de parties claires d'une grande » minceur, circonscrivant de petits espaces plus sombres (1). » C'est là une apparence franchement réticulée. Mais correspond-elle bien à un réseau véritable, délimitant des mailles ouvertes? Ne serait-ce pas plutôt un ensemble de cavités closes, remplies de substance plus ou moins liquide et circonscrites par de la matière plus dense.

» Dans une foule de cas, cette dernière disposition ne saurait être mise en doute, fait démontré tant par l'observation directe que par certaines expériences. Quel que soit le sens dans lequel on examine ces réseaux, jamais leurs mailles ne communiquent entre elles. Certains traitements aboutissent à la fragmentation de ces ensembles en corpuscules formés d'une enveloppe contenant de la matière fluide, correspondant aux alvéoles et dus à leur désagrégation. Toutefois, il ne s'ensuit pas, de ce qui précède, qu'aucune structure réellement réticulée n'existe chez les Protozoaires; mais elle n'exclut pas la structure vacuolaire ou mieux alvéolaire, dont elle n'est, en somme, qu'un corollaire.

» A la périphérie du corps de ces organismes se trouvent des couches compactes présentant la structure alvéolaire typique, dont la régularité est quelquefois remarquable. Dans les régions plus internes, ces petites ca-

(1) Je rappellerai que, le premier, j'ai décrit la *structure alvéolaire*, quatre ans avant Bütschli.

vités se dilatent et l'on y remarque souvent aussi une tendance à la disjonction, sorte de désagrégation en corpuscules simples ou composés, plongés dans du liquide. Comme exemple de corpuscules de ce genre, citons toutes les formations comparables aux leucites. Les variations les plus grandes existent, depuis la dilatation pure et simple des alvéoles jusqu'à la constitution d'éléments complexes divers, tels que des corpuscules multi-alvéolaires isolés ou unis en couches, ou des poches du même genre, ou même de véritables réseaux formés de filaments présentant une rangée axiale de vacuoles. Dans le cas d'une dilatation des éléments vacuolaires, celles-ci peuvent rester unies en masses compactes aréolées, ou devenir libres, sans connexions réciproques fixes, et se déplacer les unes par rapport aux autres comme un fluide.

» Un exemple remarquable de structure réticulée est fourni par le *Dumontia Apheliarum*, chez lequel les éléments vacuolaires restent agrégés en une masse continue et ne se séparent pas en groupes secondaires entre lesquels pourrait se placer du liquide. Les petites aréoles de la périphérie, non disposées en couches tégumentaires bien régulières, s'agrandissent vers l'intérieur du corps et forment un réseau à mailles polygonales.

» Certains fluides plasmatiques, après fixation et coloration, rappellent la même disposition. L'entoplasme de certaines Grégarines m'a présenté aussi, dans ces conditions, une structure aréolaire et je ne pense cependant pas qu'aucun naturaliste ait l'idée de lui dénier la fluidité la plus nette. Les vacuoles renferment des granulations; car, ainsi que je l'ai montré autre part, tout granule élémentaire est sécrété par une alvéole. De ces faits il ressort, ou bien que la fixation a pour effet de développer une certaine structure, mais bien plutôt que le fluide apparent était formé d'éléments mous et mobiles les uns par rapport aux autres.

» Les bols alimentaires des Protozoaires suivent le courant général du protoplasme interne et circulent. Se meuvent-ils en traversant les mailles ouvertes d'un réseau fixe, ou bien l'élément réticulé est-il lui-même mobile? Il n'y a aucune analogie de dimensions entre les bols et les mailles réticulaires, qui seraient continuellement rompues par le passage de ceux-ci sous l'influence d'une force assez mystérieuse. De plus, dans beaucoup de cas, on ne saurait mettre en doute l'existence de courants portant sur la totalité de l'entoplasme. Il y a donc lieu de chercher à expliquer d'autre manière la circulation et l'autonomie de ces bols. Dans mes recherches sur le *Nycthotherus Duboisii*, j'ai émis une hypothèse d'après laquelle ces bols seraient entourés d'une couche protéique, se constituant à l'orifice

œsophagien, dans laquelle s'opère la digestion, comme dans un estomac transitoire, qui leur permet de conserver leur cohésion et qui les accompagne jusqu'à l'anus. Chez les Cryptomonades, on voit une poche, s'étendant à partir de la bouche jusqu'à près du tiers postérieur du corps, dont la paroi est formée de petits éléments fort nets, et constituant non plus une cavité transitoire et mobile, mais une sorte de cul-de-sac fixe, s'avançant de la périphérie vers l'intérieur du corps. Les fouets locomoteurs, les flagellums, montrent eux-mêmes une structure alvéolaire. Ils présentent une série de zones sombres et claires alternantes, fait qui a été vu, après moi, par MM. Rouget et Fisch. »

PÉTROGRAPHIE. — *Note sur une roche à wernérite granulitique des environs de Saint-Nazaire*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« M. Baret, de Nantes, a bien voulu m'envoyer une série d'échantillons d'une roche recueillie par lui à la carrière du Point-du-Jour, près de Saint-Nazaire, et appartenant, selon toute vraisemblance, à la série des roches cristallophylliennes.

» L'association minéralogique fort simple des éléments de cette roche présente un intérêt spécial qui justifie la Communication que j'ai l'honneur de faire à l'Académie, car elle constitue la première roche française dans laquelle apparaisse, comme partie essentielle, la *wernérite granulitique*.

» Cette roche est d'un gris verdâtre, très compacte et fort tenace. Elle rappelle, comme aspect extérieur, la pyroxénite de Roguédas. Quelques échantillons laissent voir à l'œil nu leurs éléments constituants : sphène brun rougeâtre, pyroxène vert et wernérite blanche. Elle présente une grande analogie de composition avec quelques-uns des types décrits, il y a peu de mois, par M. H. Wolf, d'après des échantillons de l'Afrique du Sud [*Beitr. zur Petrographie des Hererolandes* (Inaugural-Dissert. an der Universität Leipzig; 1887)].

» Le *sphène* se trouve en cristaux fusiformes de dimensions variables : la dissémination de ce minéral est très irrégulière, et certains échantillons n'en renferment point.

» Le *pyroxène* est d'un vert clair en lames minces; ses cristaux sont presque toujours arrondis, comme dans la plupart des roches métamorphiques.

» L'élément le plus caractéristique est la *wernérite*, de formation postérieure aux deux minéraux précédents. Ses plages sont en général également développées dans tous les sens ou faiblement allongées suivant l'arête du prisme.

» Le clivage prismatique $m(110)$ est net; le signe de la double réfraction, négatif. La biréfringence maxima est $n_g - n_p = 0,015$. Ce minéral est très facilement fusible en un verre blanc bulleux, avec coloration jaune intense de la flamme; il fait partie de l'une des variétés riches en soude du groupe de la wernérite (dipyre).

» Le dipyre de Saint-Nazaire présente une grande similitude de propriétés et de structure avec le dipyre étudié dès 1878 par M. Michel Lévy dans la roche d'Odegaarden (Norvège). [*Sur une roche à wernérite granulitique de Bamle* (*Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. I, p. 43).]

» Les inclusions sont abondantes dans le dipyre; on y rencontre souvent de très petits cristaux de pyroxène qui, à l'inverse des grains macroscopiques de ce même minéral, possèdent des formes cristallines très nettes.

» Dans quelques échantillons, l'élément blanc est constitué par de l'oligoclase remplaçant la wernérite.

» La roche renferme en outre une quantité plus ou moins grande de calcite; parfois cette calcite s'isole en veines spathiques, noirâtres, renfermant de nombreuses inclusions opaques (de fer titané?), de petits cristaux de rutile nettement formés et des divers éléments de la roche, etc. En attaquant par un acide faible la salbande de ces filons de calcite, on voit apparaître les éléments de la roche en cristaux arrondis et faisant saillie.

» Aux minéraux précédents, il faut ajouter l'apatite, l'épidote, l'idocrase jaune cannelle, la pyrite, la pyrrhotine, etc., qui tapissent les fissures ou se trouvent en petite quantité dans la roche elle-même. De nombreux filons de granulite (pegmatite) percent la roche à wernérite.

» En résumé, le gisement découvert par M. Baret présente un grand intérêt minéralogique et pétrographique, car il confirme l'existence d'une quantité notable de roches cristallines à wernérite granulitique.

» Cette courte Note étant destinée à prendre date, j'ai dû passer sous silence un certain nombre de particularités intéressantes. Je me propose de revenir prochainement sur la composition minéralogique des divers éléments de cette roche et sur les relations géologiques de cette dernière. »

GÉOLOGIE. — *Examen de quelques galets du nagelfluhe du Rigi.* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Ayant eu l'occasion l'an dernier de passer quelques semaines au Rigi-Scheideck, j'en ai profité pour étudier le célèbre poudingue polygénique, appelé *nagelfluhe,* qui constitue presque toute la montagne du Rigi. Les roches qui entrent dans sa constitution, à l'état de cailloux roulés, ont été trop souvent étudiées pour que j'en donne ici la liste. Je signalerai cependant dans quelques points, et spécialement à Felsenthor, l'abondance des galets arrachés aux couches primaires des poudingues de Vallorsines, conséquemment déjà polygéniques par eux-mêmes et présentant dans leur structure une analogie très frappante avec le nagelfluhe lui-même. Dans ces points-là, le conglomérat est vraiment un poudingue de poudingue, et il faut y insister parce qu'il arrive à des excursionnistes de s'y tromper et de voir dans les galets dont il s'agit, fréquents à la surface du sol, des fragments de nagelfluhe qui auraient été roulés à l'époque actuelle.

» Au Rigi-Kulm, on rencontre des cailloux impressionnés avec une énergie tout à fait exceptionnelle. J'en conserve un, formé de quartzite très dur, qui est criblé de vacuoles étroites et allongées, dont plusieurs atteignent 3^{mm} à 4^{mm} de profondeur.

» Mais un point sur lequel je m'arrêterai, c'est la présence, en un certain nombre de galets, de fossiles animaux ou végétaux, permettant d'en déterminer l'âge avec précision. Ces galets, d'ailleurs, sont relativement fort rares; à mes quelques trouvailles personnelles, j'ai pu ajouter une petite série que M. le Dr Stierlin-Hauser a recueillie et qu'il a généreusement mise à ma disposition. On y distingue surtout des plantes, dont les plus communes sont malheureusement d'une détermination souvent douteuse. Du nombre sont des algues, telles que *Fucoides Targioni* Brngt, et peut-être *Chondrites vindobonensis*, Ettingsh., l'une et l'autre propres au flysch et répandues aux environs de Lucerne comme à Guerbe, dans le canton de Berne. Comme contraste au point de vue de l'âge, on mentionnera un galet qui renferme une empreinte très nette de fougère houillère, où mon savant collègue M. B. Renault a reconnu *Goniopteris longifolia* Brngt. Cette plante, à ma connaissance, n'a pas encore été citée dans cette partie de la Suisse.

» Les fossiles animaux sont beaucoup plus rares; je puis toutefois, outre

des corps tubulaires qu'il n'est pas invraisemblable de considérer comme des polypiers indéterminables, signaler un galet siliceux qui porte une empreinte très nette, quoique incomplète, d'*Ammonites asterianus* d'Orb. Cette coquille, appartenant au terrain néocomien, dont est formée une partie du mont Pilate, le majestueux voisin du Rigi, a été soumise à mon savant collègue M. le Dr P. Fischer.

» Il y aurait certainement de l'intérêt à dresser, aussi complète que possible, la liste des vestiges fossiles qui peuvent se trouver dans le nagelfluhe; c'est ce qui m'a engagé à communiquer aux géologues les indications qui précèdent. »

ANATOMIE. — *Sur la structure de la choroïde et sur l'analogie des espaces conjonctifs et des cavités lymphatiques.* Note de M. **Edmond Hache**, présentée par M. Ranvier.

« Dans un Mémoire *Sur les espaces lymphatiques de l'œil* (*Arch. für mikr. Anatomie*, 1870) et dans un article du Manuel de Stricker, Schwalbe divise la choroïde en deux couches absolument différentes de structure et de signification physiologique :

» 1° Une couche interne vasculaire, la choroïde proprement dite, constituée par des artères, des veines et des capillaires unis par un stroma, dont les éléments sont disposés sans ordre dans l'interstice des vaisseaux. Cette couche est complètement dépourvue de lymphatiques;

» 2° Une couche externe, *lamina fusca* des anciens anatomistes, tissu supra-choroïdien de l'auteur, qui contient les voies lymphatiques destinées à recueillir la lymphe provenant de la choroïde proprement dite.

» Ce tissu supra-choroïdien est constitué, chez les mammifères, par un nombre considérable de minces lamelles anastomosées, limitant un réseau de lacunes. La nature lymphatique de ces lacunes est démontrée par ce fait que ces lamelles, formées d'un réticulum de fines fibres élastiques sur lesquelles sont appliquées de nombreuses cellules pigmentaires, sont, sur les deux faces, recouvertes d'une couche endothéliale continue.

» Cette manière de voir, qui a été généralement acceptée, n'est cependant pas absolument exacte; car depuis longtemps M. Ranvier a montré que les cellules pigmentaires ne sont pas dans l'épaisseur des lamelles, mais sont appliquées sur une de leurs faces. Chez certains animaux, ces cellules connectives larges, étendues, régulières, rappellent par leur dis-

position les cellules endothéliales, mais diffèrent de celles-ci en ce qu'elles ne se touchent pas et sont à une certaine distance les unes des autres (1).

» Ce fait, facile à constater sur des lamelles isolées, ne permet pas d'accepter l'opinion de Schwalbe, à savoir que le système de lacunes du tissu supra-choroïdien est partout revêtu d'un endothélium continu.

» Dans le but d'arriver à une connaissance plus exacte de la structure du tissu choroïdien, j'avais commencé, en 1876, au laboratoire d'Histologie du Collège de France, des recherches que j'ai pu enfin reprendre dans ces derniers temps et qui m'ont permis de constater un certain nombre de faits intéressants.

» Je ne m'occuperai dans cette Note que des particularités relatives à l'endothélium et aux cellules pigmentaires qui entrent dans la constitution des lamelles choroïdiennes.

» Une des difficultés les plus sérieuses que l'on rencontre dans l'étude de la choroïde réside dans la pigmentation de cette membrane. La présence du pigment masque les détails et gêne l'observation, surtout après l'action du nitrate d'argent destiné à déceler le revêtement endothélial.

» La choroïde du mouton constitue un objet d'étude très favorable; elle contient des cellules pigmentaires peu nombreuses, nettement fusiformes ou étoilées, de sorte que l'on peut facilement suivre les lignes d'imprégnation dans tous leurs détails; elle offre de plus une certaine épaisseur, ce qui permet d'avoir recours à une méthode préconisée par M. Malassez, l'injection successive dans le tissu à étudier : 1° d'une solution convenable de nitrate d'argent; 2° d'eau distillée; 3° d'alcool fort.

» Ce procédé a, sur celui dont se servait Schwalbe, des avantages sérieux; l'imprégnation est plus régulière, plus générale, et l'injection d'alcool qui termine l'opération a pour effet de fixer les lamelles, de les maintenir écartées et d'en rendre l'isolation plus facile. De plus, on constate que le liquide injecté pénètre et circule rapidement dans toute l'épaisseur de la membrane, ce qui montre que les communications entre les diverses lacunes sont relativement larges. Les lamelles, en effet, offrent cette disposition particulière que M. Ranvier a désignée sous le nom de *système de tentes*, c'est-à-dire qu'elles s'insèrent les unes sur les autres par des piliers membraneux limitant des orifices qui font communiquer tous les espaces.

» Lorsque, après avoir pratiqué l'injection intersticielle, comme il a été dit précédemment, on porte dans l'eau distillée un lambeau comprenant

(1) L. Ranvier, *Leçons sur l'histologie du système nerveux*, p. 199.

la sclérotique et la choroïde et que l'on écarte légèrement ces deux membranes, on aperçoit un nombre considérable de minces lamelles, anastomosées en forme de tentes, s'étendant de la sclérotique à la choroïde. Avec les pinces et les aiguilles on arrive assez aisément à isoler ces lamelles et l'on obtient des préparations nettes et démonstratives.

» Dans toute l'épaisseur de la *lamina fusca* les lames isolées et imprégnées montrent les mêmes particularités. Elles sont extrêmement minces, transparentes et parcourues par un réseau régulier et continu de fines lignes noires formées par le dépôt d'argent dans le ciment intercellulaire. Ce réseau d'imprégnation correspond bien en réalité à une couche de cellules endothéliales; car, si l'on colore par le picrocarminate ou l'hématoxyline nouvelle, on constate que chaque maille contient toujours un et quelquefois deux noyaux ovalaires.

» Mais, fait intéressant et singulier, ce réseau est unique pour chaque lamelle. Celles-ci ne possèdent donc pas, comme l'a avancé Schwalbe, une double couche endothéliale; une seule face est recouverte par un endothélium continu, l'autre est tapissée, comme l'a signalé M. Ranvier, par des cellules connectives plates, pigmentées ou sans pigment, différant des cellules endothéliales par leur forme et parce qu'elles ne se touchent pas, d'où l'absence sur cette face d'un réseau d'imprégnation.

» Cependant, aux points où les lamelles s'insèrent les unes sur les autres on constate parfois la présence d'une double couche endothéliale; mais, tandis que sur l'une des faces l'endothélium est continu et recouvre toute la lamelle, sur l'autre, il ne s'étend qu'à une très faible distance de la ligne d'insertion de la lamelle juxtaposée.

» Après avoir constaté que les lames de la choroïde offrent cette particularité de représenter une face recouverte d'un endothélium continu, tandis que l'autre est tapissée de cellules connectives pigmentées, il y avait lieu de se demander comment elles étaient disposées et quel rapport existait entre ces surfaces endothéliales ou connectives.

» De l'examen des préparations obtenues par dissociation et des coupes faites après injection de gélatine argentée, je crois pouvoir avancer que ces lamelles sont orientées de telle façon que toutes les surfaces endothéliales sont dirigées du côté de la sclérotique, tandis que les faces connectives regardent la couche des vaisseaux.

» Cette disposition explique pourquoi, à leurs points d'intersections, les lamelles peuvent présenter une double couche endothéliale. Là, en effet, l'endothélium se réfléchit pour se continuer avec la surface connective à

cellules pigmentées de la lamelle voisine et peut dans certains cas empiéter sur celle-ci.

» En résumé, dans la *lamina fusca*, on voit des surfaces endothéliales alterner et se continuer avec des surfaces connectives à cellules pigmentées pour constituer des espaces mixtes. C'est là un fait important au point de vue de la morphologie des endothéliums, un argument sérieux en faveur de l'analogie des espaces conjonctifs et des cavités lymphatiques, une des données du problème, depuis si longtemps posé, de l'origine des vaisseaux lymphatiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Les dernières manifestations de la vie des muscles.* Note de M. **Charles Rouget**.

« Après la mort, lorsque les muscles ont cessé de répondre par des contractions aux excitations des courants d'induction ou des courants continus, que même les excitations mécaniques sont impuissantes à provoquer la contraction locale (*idio-musculaire*), les éléments contractiles ne sont pas dépourvus de toute irritabilité. En les plaçant dans des conditions déterminées, que je vais indiquer, il est encore possible de réveiller leur activité propre, de provoquer des contractions d'un caractère spécial qui ne sont autre chose que des convulsions d'agonie des fibres striées, et se terminent par une forme particulière de rigidité, dernier acte de la vie de ces éléments.

» Un petit fragment de muscle excisé ou arraché est placé sur une lame porte-objet dans une goutte de solution de chlorure de sodium, à 6 pour 100, liquide considéré comme inoffensif, les fibres élémentaires sont rapidement dissociées à l'aide d'aiguilles. On constate d'abord que ces fibres, que les tractions allongent facilement, reviennent énergiquement sur elles-mêmes, comme des fils de caoutchouc, lorsque la distension cesse. Aussitôt libres, elles exécutent des mouvements d'inflexion, de torsion, se courbent en arc de cercle, en cercle complet, en S, s'enroulent quelquefois en nœud; ces mouvements sont plus ou moins rapides, de plus ou moins longue durée, suivant la classe à laquelle appartient l'animal. Ils sont rapides et de courte durée chez les oiseaux, les mammifères, les poissons parmi les vertébrés, chez les orthoptères et les crustacés parmi les invertébrés, plus lents et d'une durée plus longue chez les reptiles, surtout chez les grenouilles; la plus grande lenteur et la plus longue durée

s'observent chez certains insectes, chez l'hydrophile en particulier où les mouvements désordonnés vermiculaires peuvent durer plus de quinze minutes. Dès le début de ces mouvements, on voit aux extrémités libres de la fibre sectionnée ou rompue, là où les fibrilles contractiles ne sont plus protégées par le sarcolemme, se former un renflement résultant du raccourcissement avec épaississement, c'est-à-dire d'une contraction locale de ces parties de la fibre. Au niveau de ce bourrelet de contraction, la striation transversale est plus fine et plus serrée.

» Des bourrelets de contraction semblable, comprenant soit toute l'épaisseur de la fibre, soit un des bords seulement, qui alors devient concave, se produisent dans tous les points où la fibre a été pressée ou tiraillée dans les manœuvres de dissociation.

» La contracture gagne, de proche en proche, les parties de la fibre contiguës à celles où elle s'est primitivement montrée, et envahit ainsi la totalité de la fibre; celle-ci atteint alors le dernier degré de la contracture permanente : la rigidité avec le maximum de raccourcissement. C'est là ce que l'on observe chez les Arthropodes (crustacés et insectes). Le phénomène est plus complexe dans les muscles du mouvement volontaire des vertébrés. Chez les grenouilles et les lézards, très peu de temps après l'apparition des bourrelets de contraction, sur les points de la fibre qui ont été soumis à une excitation mécanique et aux extrémités sectionnées, des ruptures se produisent, comprenant le plus souvent toute l'épaisseur de la fibre, au voisinage immédiat du bourrelet ou dans son épaisseur même; au-dessus de cette première rupture, il s'en produit une nouvelle, et de proche en proche : la fibre tout entière finit par être décomposée en blocs courts ou en disques épais très réfringents, à striation transversale très fine et souvent d'apparence homogène, comme vitreuse. Entre ces fragments rompus, la cavité du sarcolemme se présente vide dans une étendue considérable.

» Ces ruptures sont la conséquence d'une traction violente opérée par une partie contractée sur une partie contiguë, passive, non contractée, souvent même soumise à une autre contraction de sens inverse.

» L'extrême rapprochement des stries transversales des blocs fragmentaires, l'écartement considérable entre les fragments d'où résultent les grands vides du sarcolemme et, par-dessus tout, l'observation directe du travail qui produit les ruptures établissent qu'elles sont dues, en effet, à des contractions locales convulsives et d'une extrême violence.

» Les premiers bourrelets de contraction sont le résultat d'une excita-

tion mécanique de la fibre isolée, analogue à celle qui produit sur le muscle entier le bourrelet de la contraction idéo-musculaire; mais la propagation de la contraction dans toute la longueur de la fibre et la succession de contractures convulsives qui déterminent les ruptures reconnaissent une autre cause : l'imbibition graduelle des interstices de séparation des fibrilles par le liquide étranger irritant en contact direct avec les fibrilles; l'analogie frappante que présente l'aspect de ces blocs de rupture avec celui du contenu du sarcolemme des muscles des individus qui ont succombé à la fièvre typhoïde, à la variole, au choléra, rend très probable que la mort des muscles a lieu par le même mécanisme que celui que nous avons observé et résulte également de l'excitation des fibrilles contractiles par le plasma imprégné du virus septique.

» Chez les poissons, les chéloniens, les oiseaux et les mammifères, l'imbibition directe que permettent les solutions de continuité du sarcolemme dans les fragments de muscles excisés est tellement rapide que les bourrelets de contraction semblent faire défaut, parce que la totalité de la fibre est presque instantanément envahie, au contact de la solution saline, par une contraction générale, accompagnée de courbures, ou torsions, avec épaississement et raccourcissement de près de la moitié de la longueur de la fibre, fixée alors dans un état d'absolue rigidité ([1]).

» On observe, au lieu de bourrelets de contraction, des renflements annulaires séparés par des étranglements, qui de face ont l'aspect de bandes très réfringentes, formant une striation transversale irrégulière, analogue à celle que j'ai signalée dans les fibres lisses à l'état de contraction.

» Ce n'est pas seulement dans cette période d'inertie apparente qui précède l'apparition de la rigidité que l'on peut mettre en évidence, en agissant non plus sur le muscle entier, mais sur ses éléments, que ceux-ci sont encore vivants et contractiles.

» Dans des muscles en apparence complètement rigides, depuis trois et quatre jours chez des grenouilles, depuis cinq et six jours chez un lézard et une couleuvre, j'ai trouvé des fibres encore vivantes et contractiles mélangées dans un même faisceau à des fibres mortes. On trouve aussi ce même mélange de fibres vivantes et mortes chez les mammifères, mais seulement au début de la rigidité. Indépendamment des signes microscopiques de la contraction, on peut déjà, pendant la dissociation dans le liquide salin, distinguer les fibres vivantes des fibres mortes : ces dernières ont complè-

([1]) *Comptes rendus*, juin 1881.

tement perdu toute trace d'élasticité; celles qui sont encore contractiles reviennent rapidement et énergiquement sur elles-mêmes après avoir été distendues. Les éléments des muscles perdent au même moment leur élasticité propre et leur contractilité, deux modalités de leur propriété essentielle et caractéristique. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Résultats obtenus par l'inoculation préventive du virus atténué de la fièvre jaune, à Rio-de-Janeiro.* Note de MM. **Domingos Freire, Paul Gibier** et **C. Rebourgeon.**

« Dans la séance du 21 mars dernier, nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note où se trouvaient exposées sommairement nos recherches sur le microbe de la fièvre jaune et son atténuation. Nous indiquons aujourd'hui les résultats généraux obtenus, à la suite des inoculations de culture atténuée du même microbe, sur *six mille cinq cent vingt-quatre individus* dans la ville de Rio-de-Janeiro.

» Voici, tout d'abord, les chiffres de la mortalité par la fièvre jaune, d'après les bulletins officiels, de janvier 1885 à septembre 1886, période pendant laquelle les vaccinations ont été faites.

» Décès par fièvre jaune se répartissant ainsi :

Brésiliens	391
Étrangers	1284
Total	1675

» Sur ce chiffre de 1675 décès, les vaccinés y sont compris au nombre de 8; les non vaccinés au nombre de 1667.

» Avant d'aller plus loin, nous devons faire remarquer que les vaccinés qui ont succombé à l'épidémie ont été inoculés au moment où la méthode d'inoculation était encore imparfaite, et que, de plus, un de ces derniers, porté sur les bulletins officiels comme étant mort de fièvre jaune, a succombé en réalité aux atteintes d'un érysipèle.

» Les vaccinations qui ont été pratiquées à la même époque, c'est-à-dire de janvier 1885 à septembre 1886, presque en totalité dans les points où les épidémies se localisent par foyers, ont porté sur les deux groupes suivants :

Brésiliens	4949
Étrangers	1575
Total	6524

» En tenant compte de la situation topographique de Rio-de-Janeiro et des foyers épidémiques nettement circonscrits, ainsi que l'indiquent les bulletins officiels de mortalité, on peut évaluer le nombre d'individus exposés à contracter la fièvre jaune au chiffre maximum de 160 000. En comparant ce chiffre à celui des vaccinés, et le nombre des morts parmi les vaccinés avec le nombre des décès parmi les non vaccinés, on constate que :

» La mortalité est de 1 pour 1000 pour les vaccinés et de 1 pour 100 pour les non-vaccinés.

» Nous devons dire encore que le chiffre de 1675 décès est bien au-dessous de la réalité; car il est notoirement connu que, pour des raisons de convenance particulière, en raison de la sévérité des règlements sanitaires, la nature des décès est souvent déguisée. Le chiffre de 1 pour 100 est donc inférieur à ce qu'il est réellement pour les non-vaccinés.

» Nos statistiques établies donnent le nom, l'âge, la durée de séjour au Brésil de chacun des vaccinés, avec l'indication des quartiers, rues et maisons où les inoculations ont été effectuées.

» Dans des bulletins spéciaux, nous avons indiqué, suivant les rapports officiels publiés par le Gouvernement, les maisons où ont eu lieu des décès de fièvre jaune, mettant en regard le chiffre des vaccinés dans ces mêmes maisons ou dans celles voisines. La comparaison de ces différents chiffres permet de juger de l'efficacité des inoculations et de l'immunité qu'elles confèrent aux individus vaccinés, qui restent indemnes au milieu du foyer où la contagion est à son *summum* d'intensité.

» Nous avons remarqué que la plus forte proportion des décès est comprise entre l'âge de 21 et 30 ans.

» En outre, l'immunité de race pour les Brésiliens est absolument relative, même pour ceux qui sont nés à Rio-de-Janeiro. Cette immunité va en diminuant à mesure qu'on s'éloigne de la capitale, à tel point que les individus séjournant dans les régions basses, situées à quelques lieues de la ville, sont plus fréquemment atteints que les étrangers eux-mêmes, lorsqu'ils viennent pour leurs affaires à Rio-de-Janeiro en temps d'épidémie.

» Ainsi qu'on peut en juger par ce qui précède, l'immunité conférée par l'inoculation préventive de la fièvre jaune, sans être absolue, a produit cependant des effets très satisfaisants.

» Il ne nous appartient pas d'insister sur l'importance de ces recherches et sur les bienfaits qu'on doit retirer de leur application. Nous terminerons toutefois cette Communication en appelant l'attention de l'Académie

sur un passage d'une lettre que nous fait l'honneur de nous adresser M. Bérenger-Féraud, dans laquelle le savant Directeur du Service de santé de la Marine s'exprime ainsi : « Arriver à garantir les Européens contre cette » terrible maladie est un but fort intéressant à poursuivre, car il y va de » milliers d'existences. »

» D'après les derniers bulletins officiels, la fièvre jaune ne s'est pas manifestée à l'état épidémique cette année à Rio-de-Janeiro. L'hôpital maritime de Jurujubà, spécialement affecté au traitement de la fièvre jaune, n'avait reçu aucun malade au 24 février dernier. Depuis plus de trente-cinq ans, pareil fait n'avait pas été observé.

» Les vaccinations ont été faites gratuitement. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Recherches sur l'action therapeutique du méthylal.* Note de MM. **A. Mairet** et **Combemale**, présentée par M. Charcot.

« Dans une précédente Communication (séance du 24 janvier 1887), nous avons exposé les résultats de nos recherches sur l'action physiologique du méthylal. Des symptômes produits par cette substance administrée à dose non toxique, c'est-à-dire à des doses inférieures à 1^{gr} par kilogramme du poids du corps de l'animal, celui qui domine la scène est le sommeil; ce sommeil ne laisse après lui aucun trouble, le méthylal s'éliminant rapidement.

» Ces résultats nous ont paru autoriser l'administration du méthylal à l'homme malade. Nos recherches ont porté sur 36 aliénés atteints d'agitation et d'insomnie, sous la dépendance de folies de forme et de nature différentes.

» Chez la plupart de nos malades, nous avons administré ce médicament à plusieurs reprises et pendant plusieurs jours consécutifs; chaque fois on le donnait en une seule prise, immédiatement avant le coucher, et toujours par la bouche. Nous n'avons jamais rencontré d'intolérance, ni aucun trouble quelconque du côté d'aucun organe; nos malades n'ont jamais manifesté aucune répugnance à prendre le méthylal, dont le goût et l'odeur éthérée n'ont rien de désagréable, et qui, par sa grande solubilité dans l'eau, est d'un maniement facile; nous l'administrons dans un julep ordinaire.

» Au point de vue de leur forme et de leur nature, nos 36 cas d'aliénation mentale doivent être classés de la manière suivante : folie simple

(manie, lypémanie), 15 cas; démence simple consécutive à une aliénation mentale fonctionnelle, 12 cas; folie alcoolique, 3 cas; démence par athéromasie, 3 cas; démence paralytique, 3 cas.

» Dans les *folies simples*, à leur période de début, le méthylal reste sans action hypnotique, tout en élevant les doses jusqu'à 7^{gr} et 8^{gr}. A la période d'état, pendant les poussées aiguës d'agitation, aux doses de 5^{gr} à 6^{gr}, il réussit au contraire assez régulièrement à procurer dans les premiers jours un sommeil qui dure toute la nuit; ce sommeil, continu dans la plupart des cas, est parfois interrompu pendant un quart d'heure ou une demi-heure, puis est repris jusqu'au matin. Ces résultats sont obtenus même lorsque l'agitation est intense; seulement, au bout de trois à cinq semaines, l'accoutumance se produit; il faut alors élever les doses et cependant, le plus souvent, malgré cela, les effets ne sont plus aussi certains que les premiers jours, le sommeil ne dure plus que cinq à six heures et est souvent interrompu.

» Dans les insomnies liées à l'agitation, chez les malades atteints de *démence simple*, les résultats sont assez uniformément favorables; peu importe le degré d'agitation, pourvu que les doses de méthylal soient suffisamment élevées et atteignent 5^{gr} à 8^{gr}. Sur les douze cas de cet ordre, nous n'avons eu qu'un insuccès.

» Dans la *folie alcoolique*, le méthylal, administré aux doses de 5^{gr} ou 6^{gr}, ou bien est resté sans effet, ou bien n'a donné que des résultats aléatoires; aussi, dans ces cas, son emploi ne nous paraît-il pas de mise.

» Dans la *démence par athéromasie*, le méthylal, même à des doses relativement faibles, 3^{gr}, 4^{gr} et 5^{gr}, donne lieu pendant les cinq ou six premiers jours à un sommeil continu et se prolongeant toute la nuit; mais au bout de ce temps, le sommeil, comme dans la folie simple, est moins complet et ne dure que cinq ou six heures, quand même on augmente les doses.

» Dans la *démence paralytique* arrivée à des degrés différents, mais toujours à la période d'état ou de déclin, nous avons, d'une manière générale, obtenu des résultats très satisfaisants lorsque les doses de méthylal ont été portées entre 5^{gr} et 8^{gr}; le plus souvent le sommeil a été complet pendant toute la nuit, parfois il n'a duré que cinq ou six heures, et deux fois seulement trois à quatre heures. Lorsque les doses étaient inférieures à 5^{gr}, le sommeil était interrompu, puis repris après quelques moments d'agitation, et l'on constatait ainsi plusieurs fois dans le cours d'une même nuit des alternatives de sommeil et d'agitation.

» En résumé, sans effet hypnotique dans la folie alcoolique et dans la

période de début des folies simples avec agitation nocturne, le méthylal réussit au contraire assez généralement dans la période d'état de ces folies simples, dans les insomnies liées à la démence simple, à la démence par athéromasie et à la démence paralytique. Les doses nécessaires pour produire le sommeil doivent varier entre 5^{gr} et 8^{gr}; ce n'est que dans les démences par athéromasie que nous avons obtenu des résultats favorables avec des doses inférieures à 5^{gr}. Mais dans tous les cas, sauf dans la démence paralytique, l'accoutumance se produit assez rapidement : cinq à six jours suffisent pour cela, et alors, même lorsqu'on augmente les doses, le sommeil est moins continu et moins prolongé que dans les premiers jours. Pour réobtenir les mêmes bons effets du début, il faut cesser l'administration du médicament pendant deux ou trois jours et ce temps de repos suffit pour rendre au système nerveux toute sa sensibilité à l'action hypnotique du méthylal.

» Ajoutons encore ce fait important, c'est que le méthylal n'a qu'une action exclusivement somnifère; son impression sur le cerveau est évidemment passagère, il ne produit aucune dépression; au réveil, l'agitation est aussi intense que la veille et quoique nous ayons prolongé l'emploi de ce médicament pendant quinze jours consécutifs, nous n'avons remarqué ni du côté de la nutrition générale, ni du côté des différentes fonctions, ni du côté du système nerveux, aucun trouble qui nous obligeât à en cesser l'emploi. Par suite, étant donnés son innocuité, son facile maniement et son goût qui le fait accepter volontiers par les malades, le méthylal, malgré une énergie d'action moins considérable que celle d'autres médicaments, nous semble devoir trouver sa place en aliénation mentale parmi les agents de la médication hypnotique. »

TRAVAUX PUBLICS. — *Sur l'établissement d'une communication tubulaire sous-marine à travers le détroit du pas de Calais.* Note de M. **Beau de Rochas**. (Extrait.)

« Après une éclipse de quelques années, la question de ce qu'on peut appeler la création d'un isthme artificiel, reliant la Grande-Bretagne au continent, a achevé de mûrir. Cette question comporte trois solutions particulières : pont, tube ou tunnel, mais inégalement acceptables aux divers points de vue technique, stratégique et politique. Faute d'y avoir eu suffisamment égard, on a fait fausse route dans une première tentative : d'où,

retard dans une œuvre que, en profitant de l'enseignement acquis, il devient possible de mener à bonne fin.

» Il n'y a pas, géologiquement, bien longtemps que la Grande-Bretagne était encore une presqu'île jointe au continent par un isthme étroit. La dislocation de l'ancien isthme de Calais, postérieure au soulèvement des Alpes, a été produite par une cause encore agissante, comme le montre l'affaissement des côtes de la Manche se reliant à l'affaissement continu des Pays-Bas [1]. La considération approfondie de cette cause, c'est-à-dire de l'effet produit sur la croûte flexible du globe par la surcharge des dépôts charriés aux bouches du Rhin, et qui a été primitivement bien plus intense qu'elle ne l'est actuellement, suffirait seule à établir l'impraticabilité de la conception d'un tunnel fondée sur l'hypothèse de la *continuité de la craie grise* ou de toute autre couche qu'on supposerait avoir conservé la stratification horizontale d'un bord à l'autre du détroit. Mais il serait superflu de s'arrêter davantage au côté géologique de la question, la solution par un tunnel, dans les conditions d'établissement qui lui sont propres, étant repoussée pour des raisons stratégiques.

» Pour être de part et d'autre acceptable, un mode donné de jonction doit, avant tout, satisfaire à la condition de pouvoir, comme un pont ou un tube, être détruit ou mis hors de service *indépendamment de la possession de ses têtes*.

» Une autre condition est de ne point apporter d'obstacle à la navigation du détroit, comme le feraient les nombreuses piles d'un pont.

---

(1) Les indices de l'affaissement lent du littoral de la Manche sont nombreux et vont en s'accentuant de la baie de la Somme aux bouches de l'Escaut. La cause en est la même que celle de l'affaissement lent de l'isthme de Suez. Le delta du Nil ne s'accroît plus en surface, mais seulement en épaisseur, la croûte inférieure cédant sous la charge et entraînant l'isthme avec elle. Comme celui du Nil, le delta du Rhin ne s'accroît plus extérieurement; mais au début, c'est-à-dire après le soulèvement des Alpes qui a déterminé le bassin actuel du Rhin, sa formation a dû être très rapide et la croûte inférieure, cédant sous des dépôts alors bien plus puissants, a bientôt entraîné la dislocation de l'ancien isthme de Calais. L'existence de forêts sous-marines sur les bords du détroit montre en outre qu'avant l'établissement du régime régulier actuel il a dû y avoir des affaissements brusques. Ainsi toutes les couches constituant la série des formations sur lesquelles repose le détroit ont dû être plus ou moins disloquées, et cette dislocation a été probablement favorisée par la présence de quelqu'une ou quelques-unes des failles secondaires antérieurement déterminées par les soulèvements principaux constatés dans la région des Wealds, à laquelle, ainsi que le Boulonais, appartenait l'isthme dont il s'agit.

» Le tunnel et le pont étant éliminés, le tube reste dès lors l'unique solution qui satisfasse à la fois à la double condition d'une communication : 1° facile à intercepter par une seule rupture en un point quelconque de son parcours sous-marin, 2° et ne gênant en rien la navigation à la surface du détroit. C'est, d'ailleurs, la solution la moins coûteuse.

» L'idée première d'un tube sous-marin à travers la Manche appartient à Brunel, l'illustre constructeur du tunnel de la Tamise. Elle lui avait été suggérée par le succès de l'application de son non moins célèbre bouclier à l'avancement de cet ouvrage. Plus tard, M. Castanier a proposé de procéder par éléments de 100^m, préparés à part, puis successivement immergés. La difficulté restait d'aligner et d'assembler ces éléments en travaillant sous l'eau. M. Beau de Rochas croit être parvenu à éliminer les inconvénients du travail sous l'eau, en supprimant ce travail lui-même.

» Le tube serait en entier préparé sur la rive, hors de l'eau. Il y serait poussé, comme on pousse un pont métallique, au fur de sa construction. A cet effet, son poids est provisoirement réglé, de sorte qu'il fasse à très peu près équilibre à celui de l'eau qu'il doit déplacer et que son frottement sur le fond soit presque insensible. En vertu de son élasticité, le tube, en avançant, s'infléchit au besoin suivant les ondulations, d'ailleurs légères, du fond, et la pose proprement dite avance aussi vite que la production des éléments constitutifs du tube.

» En résumé, les conditions essentielles de la question se trouvant ainsi satisfaites, du moins en principe, il y a lieu d'augurer que l'ancien isthme de Calais pourra bientôt être artificiellement rétabli sous la forme d'une communication tubulaire sous-marine, sans troubler en rien la sécurité respective actuelle des puissances riveraines, en même temps qu'au plus grand avantage de la circulation et du trafic en général. »

M. **Fréd. Bordas** adresse un Mémoire sur l'Holcus Sorgho, ses propriétés et son utilisation dans l'industrie agricole.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 12 AVRIL 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les relations qui existent entre les cyclones, et les orages ou les tornados contemporains;* par M. **H. Faye**.

« Sous le coup des désastres effroyables qui accompagnent le passage des cyclones aux États-Unis, le *Signal Service* a commencé, depuis quelque temps, à tracer sur ses Cartes synoptiques de 7^h, 3^h et 11^h les trajectoires des tornados et des orages.

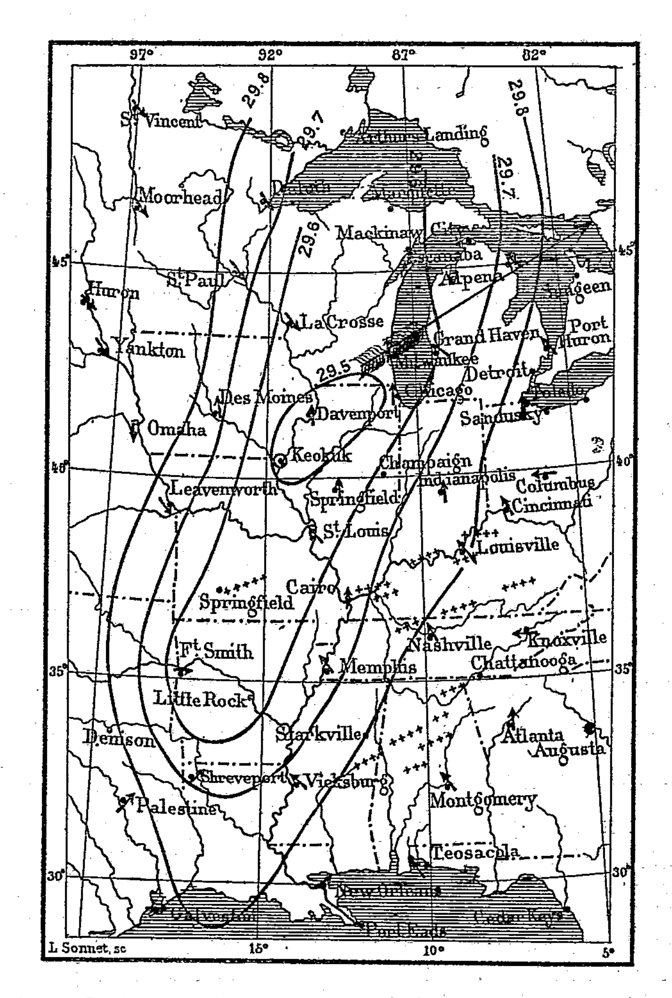
» Je mets sous les yeux de l'Académie une partie de la Carte du 19 février 1884 à 7^h du matin. C'est une des plus terribles journées de cette année : elle n'a pas compté moins de 44 tornados qui ont tué 800 personnes, en ont blessé 2400 et détruit 10000 maisons ou bâtiments divers, réduisant à la misère de nombreuses familles. L'année 1884 compte une quarantaine de cyclones; ces cyclones ont amené 180 tornados : le bilan des désastres de cette année est effrayant ([1]).

» L'inspection de ces Cartes a révélé aux officiers du *Signal Service* un

---

([1]) J.-P. Finley, *Professional Papers of the Signal Service,* n° XVI, 1885.

fait ou, pour mieux dire, une loi capitale, à savoir que ces tornados sont tous reliés aux cyclones correspondants et s'y produisent dans une région particulière à laquelle ils ont donné le nom d'*octant dangereux*. Après avoir examiné moi-même ces précieux documents, je crois pouvoir for-



muler ainsi les relations qui existent entre les tempêtes, d'une part, et, de l'autre, les tornados, les orages, les grêles qui les accompagnent :

» 1° Les tornados ou trombes, les orages et les grêles sont de simples épiphénomènes greffés sur les cyclones.

» 2° Leurs trajectoires n'ont en général de rapport, aux États-Unis, ni avec les isobares, ni avec les flèches du vent.

» Ces trajectoires, relativement courtes, sont parallèles aux immenses trajectoires des cyclones à l'instant où ces fléaux locaux se produisent.

» 4° Elles sont toutes situées sur le flanc droit du cyclone en une région que nous déterminerons ultérieurement.

» Ce n'est pas là une découverte nouvelle : elle date de la création, en 1864, du service météorologique international à l'observatoire de Paris, sous la direction de M. Le Verrier. M. Marié-Davy, à qui nous la devons, avait peine d'abord à l'admettre, ou du moins à l'énoncer sans restriction, car il croyait alors, comme tout le monde, que les orages étaient des phénomènes locaux, nés de quelque rupture d'équilibre dans les basses couches de l'atmosphère en un lieu donné. Néanmoins la citation suivante, que j'extrais de son remarquable *Traité de Météorologie générale* (2e tirage, p. 513), est d'une netteté parfaite :

» Presque toujours, cependant, dans nos pays, les orages ont un caractère plus général : ils apparaissent sur le pourtour d'un disque tournant (un cyclone), à une certaine distance du centre..., et ils se propagent sur de longues distances, parallèlement à la route parcourue par le centre du disque tournant.

» Il faut bien distinguer ces tores orageux des trombes locales qui y naissent fréquemment et qui ne sont qu'un fait accidentel produit en un point d'un mouvement plus général et plus étendu.

» Il n'y manque que deux choses, à savoir que les trombes ou tornados marchent, aussi bien que les orages, parallèlement à la trajectoire du cyclone, et que ces épiphénomènes se produisent invariablement sur la droite de cette trajectoire. La découverte de M. Marié-Davy a été bien longtemps négligée; elle serait restée dans l'oubli si la nature n'avait frappé coup sur coup d'effroyables désastres aux États-Unis où les tornados sont bien plus fréquents que chez nous. Je vais tâcher d'en rendre compte et de montrer que, si ces redoutables phénomènes sont en opposition avec les théories actuelles qui ont détourné l'attention des observateurs sur des questions de bien moindre importance, ils reçoivent de la mienne une explication toute naturelle.

» Pour éviter toute confusion, je commencerai par distinguer deux phases dans l'histoire des cyclones, bien que les modifications qu'ils subissent dans le cours de leurs longues trajectoires s'opèrent d'une manière continue.

» 1° *Phase tropicale.* — C'est celle que j'avais principalement en vue dans la Note précédente, celle où la trajectoire est dirigée vers l'ouest en s'infléchissant de plus en plus au nord. Là, le mouvement de translation est peu rapide. Près de l'origine, entre 5° et 10° de latitude, la vitesse est de $0^m,5$ à 2^m par seconde; entre 20° et 21°, elle monte en moyenne à 4^m et va ainsi en croissant, à mesure que le cyclone s'éloigne de l'équateur.

Quant à la vitesse de giration maximum, celle qu'on observerait près du calme central, les marins l'évaluent de 60^m à 75^m par seconde. On l'a mesurée à Manille et elle s'est trouvée de 54^m. Ces nombres suffisent pour montrer que les flèches de vent ne sont pas sensiblement influencées, sauf sur les bords, par le mouvement de translation et par les vents généraux. L'angle sous lequel le vent coupe les isobares est sensiblement nul, tandis que, dans l'ancienne théorie, il devrait être voisin de 90°, et les isobares elles-mêmes dessinent sur le sol, comme le vent, un édifice cyclonique non encore déformé. Les grands mouvements tournants sous ces latitudes ne manquent pas certes d'orages, de trombes ou de tornados, mais les documents nous font défaut.

» 2° *Phase des pays tempérés.* — Elle répond à la seconde branche de la trajectoire qui s'incline généralement vers le nord-est, à partir du 30e ou du 35e degré de latitude.

» Sur cette branche voyagent les cyclones qui, après avoir été étudiés aux États-Unis, nous sont signalés trois ou quatre jours d'avance par le télégraphe. La vitesse de translation est bien plus considérable : elle est de 12^m à 15^m par seconde, du moins en Amérique. Le cyclone, qui n'a cessé de s'élargir depuis son origine, prend ici des proportions énormes; le calme central acquiert parfois une douzaine de lieues de diamètre. La vitesse autour de l'axe diminue, et, comme les girations ont besoin d'un temps plus long pour descendre sur le sol, l'embouchure supérieure du cyclone prend de l'avance sur son pied; bien que chaque spire reste horizontale, la série de leurs centres, qui formait d'abord l'axe vertical du cyclone, s'incline peu à peu sur l'horizon. La pression barométrique n'en diminue pas moins sous cet édifice déformé de girations rapides, mais les courbes isobares n'ont plus l'allure circulaire de la phase précédente; elles s'allongent généralement dans le sens du mouvement de translation et n'ont plus de rapport direct avec les girations toujours à peu près circulaires du cyclone. Quant aux flèches du vent, là où les spires du cyclone frappent le sol, ce sont les résultantes de plusieurs vitesses, celle de la giration et celle de la translation, singulièrement modifiées elles-mêmes par les accidents du terrain. C'est à cette phase que se rapportent les remarquables phénomènes de segmentation par lesquels un tourbillon, démesurément agrandi, tend à se subdiviser en plusieurs tourbillons bientôt indépendants.

» Il y a plus, dans les régions tempérées, le passage d'un minimum barométrique ne donne pas toujours lieu à une tempête, bien qu'il indique toujours un vaste mouvement tournant dans les régions supérieures. C'est

qu'alors le cyclone ne descend pas jusqu'au sol, circonstance qui ne surprendra pas si l'on considère que d'autres mouvements giratoires bien plus petits, les trombes et les tornados, passent aussi fréquemment au-dessus du sol sans le toucher, tant que la giration n'y est pas assez intense pour que le mouvement de descente se produise jusqu'en bas. Au-dessous de ces cyclones, les variations du baromètre continueront à enregistrer les girations qui se tiennent dans les hauteurs, et les vents régnants continueront à souffler au ras du sol, comme si rien d'insolite ne se produisait au-dessus d'eux. Ainsi, dans la phase qui nous occupe, les isobares n'ont qu'une relation fort indirecte avec les flèches du vent, et parfois elles n'en auront aucune.

» De là la question : Si les girations ne sont représentées dans cette phase ni par les isobares, ni par les flèches du vent, où et comment en retrouvera-t-on la trace?

» La réponse à cette question va nous être donnée par les phénomènes et les lois que nous avons rapportés en commençant. Les trombes et les tornados, qui se forment si fréquemment dans la seconde phase, du moins aux États-Unis, descendent sur le sol et y tracent leurs trajectoires par d'épouvantables dévastations. Or ces tourbillons secondaires, quelque petits qu'ils soient par rapport au cyclone générateur, doivent naître, comme celui-ci, dans un courant supérieur (relié au cyclone) non plus à la hauteur des cirrus, mais à celle des nuages. Si l'air inférieur, amené sur la contrée par un vent bien antérieur à l'apparition du cyclone, est chaud et humide, les nuages ne manqueront pas sous l'action refroidissante des spires chargées de cirrus.

» Dans ces circonstances, si favorables d'ailleurs à la production des averses, du tonnerre et de la grêle, on verra pendre des nues une sorte de poche nébuleuse qui s'allongera en descendant sous la forme d'un entonnoir. C'est un *tornado*. Bientôt il touchera terre, il commencera ses ravages et dessinera sur le sol le courant supérieur d'où il est parti. D'ailleurs, cette trajectoire coupera, sous un angle quelconque, la direction du vent régnant. Après avoir parcouru 10, 15, 20, ... lieues, le tornado remontera dans les nuées et finira par s'effacer. Il faut donc se demander dans quelle partie d'un cyclone ne touchant pas terre l'air, abandonné à la partie inférieure sur tout son pourtour, peut acquérir, sur une étendue de quelques lieues, les allures d'un fleuve aérien. La loi déjà énoncée nous apprend que c'est au flanc droit du cyclone, là où la tangente aux spires est parallèle à la trajectoire centrale. Et, en effet, si l'air amené en bas s'échappe tumultueusement du cyclone sans former de courant, il doit y avoir excep-

tion en ce point. Là, l'air expulsé a la vitesse maximum, puisque la vitesse de translation s'ajoute à celle de rotation; là, cet air reçoit sans cesse de nouvelles impulsions à mesure que le cyclone marche, et ces impulsions, toujours de même sens, peuvent finir par créer un courant, une sorte de fleuve aérien parallèle à la trajectoire du centre, fleuve qui durera tant que la spire considérée n'aura pas subi de déformation. Partout ailleurs, et spécialement dans le demi-cercle maniable, cet ensemble de conditions ne se retrouvera pas réalisé. Sur les Cartes synoptiques ainsi complétées, on aura donc, à chaque tornado, une petite ligne tangente à quelque spire en un point très rapproché du rayon perpendiculaire à la trajectoire.

» Reportons-nous à la Carte synoptique du 19 février, à 7^h du matin. Le cyclone ne devait pas être bien énergique, car la baisse barométrique n'a guère dépassé 7^{mm}. Très probablement il n'a même pas touché terre à cet instant, en sorte que les vents marqués sur la Carte n'appartenaient pas, en général, à une tempête, mais à des vents antérieurs venant en partie du golfe. Les isobares, extrêmement allongées dans le sens nord-sud, ne répondent pas davantage à l'idée d'un mouvement circulaire. La grande flèche tracée sur la figure donne la trajectoire du centre telle qu'elle m'a paru résulter de la journée entière. On voit avec quelle fidélité les trajectoires de ces 12 tornados du matin reproduisent la direction de cette flèche. Elles nous donnent évidemment la projection de courants partiels engendrés par une série de spires diversement éloignées du centre, précisément aux points où leur circularité primitive n'a pas dû être altérée par un rapide mouvement de translation. Ces trajectoires n'ont d'ailleurs aucun rapport de figure avec les isobares ou avec les flèches du vent. Les trois Cartes synoptiques de la journée, à 7^h, 3^h de l'après-midi et 11^h, comprennent 44 trajectoires de ce genre : aucune d'elles ne fait exception (1). Les 180 trajectoires des tornados de l'année entière conduisent aux mêmes résultats et démontrent de la même manière que si, sous les tropiques, les isobares et les flèches du vent représentent également bien les girations circulaires des cyclones, il n'en est plus ainsi, en général, dans les pays tempérés. Il faut donc renoncer à chercher, dans la déviation des flèches de vent par rapport aux isobares, la preuve de l'existence d'une force centripète. Cette déviation a une signification toute différente, ainsi qu'on aurait pu s'en

(1) Cependant, sur la Carte de 7^h que nous avons reproduite ci-dessus, le tornado placé sur Springfield se trouve trop à gauche; je crois que c'est là une faute du graveur américain, car je n'ai pas pu retrouver ce tornado dans la liste de ceux du 19 février.

apercevoir depuis longtemps en voyant l'insuccès des tentatives qu'on a faites pour en déterminer la valeur moyenne aux diverses latitudes.

» Pour compléter ma théorie, et en particulier ce que j'ai dit de la grêle dans ma Notice de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1877, il faudrait revenir sur les trombes internubaires formées à un étage bien supérieur à celui des tornados. Ces trombes, où s'engendrent des torrents d'électricité par le fait du mouvement des masses d'air à des tensions différentes, les averses locales et les grêles souvent massives, sont tout aussi bien liées aux cyclones que les tornados; mais, tandis que ceux-ci descendent jusqu'au sol, les premières s'arrêtent en général aux régions assez basses où les tornados prennent naissance. C'est ainsi que ces derniers ne se rencontrent guère dans les régions montagneuses, tandis que les trombes supérieures franchissent parfois les chaînes de montagnes, avec leurs cyclones, et y sèment la grêle tout autant que dans les pays plats.

» Il me faudrait aussi aborder les phénomènes des aires de haute pression auxquelles on a donné le nom d'*anticyclones*. Par cela seul que ces aires ne se meuvent pas, ou ne se déplacent qu'avec une lenteur excessive en se déformant plutôt qu'en marchant, on peut affirmer qu'elles n'ont rien de cyclonique. Je me bornerai ici à protester contre le rôle qu'on leur attribue aujourd'hui, d'après lequel les cyclones émettraient en haut des gerbes d'air chargé de cirrus, qui retomberaient plus tard sur le sol en passant par des anticyclones.

» En résumé, si un cyclone doit être conçu désormais comme un édifice compliqué de mouvements rapides, portant à son flanc droit de véritables colonies de tornados destructeurs et d'orages avec leurs tonnerres, leurs grêles et leurs averses, et franchissant ainsi les continents et les mers, il faut remarquer qu'au fond il n'y a là en jeu qu'une loi simple de la mécanique des fluides, celle qui préside à la formation des tourbillons au sein de courants préexistant dans les régions supérieures. Les effets mécaniques produits au ras du sol, dans une atmosphère calme, ne surprendront pas si l'on remarque qu'ils sont empruntés à la force vive de ces vastes courants allant de l'équateur vers les pôles. De même l'étonnante variété des effets physiques tient simplement à ce qu'une giration descendante suffit pour mettre en contact et à mouvoir énergiquement, comme dans nos machines électriques, des airs appartenant à des couches très distantes, avec leurs différences de température, d'eau congelée en aiguilles ou à l'état de vapeurs et de tension positive ou négative. »

BOTANIQUE. — *Nécessite de la réunion des canaux sécréteurs aux vaisseaux du latex;* par M. A. Trécul.

« Il m'a été reproché plusieurs fois, et dernièrement encore, de réunir sous le nom de *latex* le contenu des laticifères et le produit des canaux sécréteurs. Cette réunion est pourtant bien naturelle. Voici pourquoi : les anciens botanistes ont appelé *latex* tous les liquides colorés (blancs, jaunes, orangés ou rouges) qui sortent des tranches ou des blessures que l'on fait subir à certains végétaux. J'ai cru devoir nommer *laticifères* ou *vaisseaux du latex* tous les organes qui renferment ces liquides, quelle que soit leur structure : ceux qui ont une membrane propre et ceux qui n'en ont pas, ces derniers étant limités par une ou quelques rangées de cellules spéciales. Je me crus surtout autorisé à effectuer cette réunion par la similitude des propriétés physiques et physiologiques des sucs contenus dans les deux sortes d'organes. Ce sont ces propriétés que je veux examiner dans cette Communication.

» En ce qui concerne la constitution des organes, j'ai distingué des laticifères consistant : 1° en cellules isolées; 2° en séries simples de cellules superposées, qui ne communiquent pas entre elles par des ouvertures dans la paroi transversale; 3° en séries simples de cellules superposées qui communiquent entre elles par des ouvertures; 4° en séries simples de cellules d'abord distinctes, qui se fusionnent ensuite en un tube continu, sans laisser trace de leur origine multicellulaire; de tels tubes peuvent communiquer entre eux de trois manières : *a*, quand les séries de cellules constituantes formaient des réticulations, les tubes s'abouchent par leurs extrémités; *b*, quand les tubes sont contigus latéralement, ils communiquent quelquefois entre eux directement par des ouvertures pratiquées dans leurs parois latérales; *c*, quand les tubes sont écartés, ils peuvent émettre, sur leurs côtés, des rameaux dont l'extrémité s'abouche avec celle d'autres rameaux semblables, venant de laticifères voisins ou plus ou moins éloignés; 5° en cellules tubuleuses spéciales, qui s'allongent et se ramifient indéfiniment, tant que la plante s'accroît, sans constituer de réseau; 6° en cavités globuloïdes, elliptiques ou oblongues, limitées par des cellules particulières; 7° en longs canaux souvent réticulés, dont la paroi est d'ordinaire formée par une ou quelques rangées de cellules spéciales; 8° à ces diverses formes on peut encore ajouter des canaux qui résultent de la résorption des membranes de certains groupes ou faisceaux de cellules, quand la résorption n'est pas due à un état pathologique de la plante.

» Voilà, en peu de mots, la constitution des parois des laticifères, pris dans le sens le plus général. Voyons maintenant les raisons qui militent en faveur de la réunion des deux sortes de tubes ou canaux sous le nom commun de *vaisseaux du latex*. C'est : 1° que la distribution des *canaux* dits *sécréteurs* est analogue à celle des laticifères pourvus d'une membrane; 2° que les tubes ou canaux des deux sortes sont également *sécréteurs;* 3° que le contenu des canaux sans membrane a les propriétés physiques du latex; 4° que les propriétés physiologiques du suc sont semblables aussi dans les deux catégories d'organes.

» *Distribution des canaux sécréteurs.* — 1° Les racines peuvent n'en avoir que dans l'écorce, ou bien dans l'écorce et dans le corps cellulo- ou fibro-vasculaire simultanément; 2° dans les tiges, ces canaux peuvent exister : *a*, dans l'écorce seulement; *b*, dans l'écorce et dans la moelle à la fois; *c*, dans l'écorce, dans le bois et dans la moelle; *d*, dans la moelle seulement; 3° dans les feuilles et dans les inflorescences, ils occupent aussi des positions variables.

» Je dois mentionner tout de suite que dans l'écorce de la tige des *Zanthoxylum Pterota*, *Z. fraxineum*, *Ptelea trifoliata*, etc., l'oléorésine est contenue dans des cavités globuloïdes, elliptiques ou oblongues, entourées de quelques rangées de cellules comprimées. Ces cavités peuvent être mises en parallèle avec les cellules laticifères isolées, que l'on observe dans les organes souterrains des *Sanguinaria*, *Glaucium*, *Macleya*, etc., et cela avec d'autant plus de raison que, dans la racine du *Ptelea trifoliata*, l'oléorésine est contenue dans des cellules isolées, éparses, semblables par leur forme, leur dimension, l'épaisseur de leur membrane, aux cellules environnantes qui sont remplies d'amidon. Il en est de même dans la racine du *Zanthoxylum fraxineum;* seulement, les cellules à oléorésine y sont beaucoup plus grandes que celles du parenchyme qui les entoure.

» Quand les canaux sécréteurs existent à la fois dans l'écorce et dans la moelle, on voit très souvent ceux de cette moelle reliés avec ceux de l'écorce à travers les rayons médullaires, et surtout à travers l'espace cellulaire produit par l'écartement des faisceaux vasculaires qui vont aux feuilles, et là ils peuvent aussi s'unir à ceux de la feuille et du bourgeon (*Ægopodium Podagraria, Opopanax Chironium, Ferula tingitana, Buplevrum fruticosum, Aralia chinensis, Hedera regnoriana, hibernica, Clusia grandiflora, rosea, Rhus semialata, typhina, glauca, viminalis*).

» En ce qui concerne le *Rhus viminalis,* n'ayant rappelé, dans ma Communication du 3 janvier, que la disposition toute particulière des canaux sécréteurs des rameaux de trois à cinq ans, qui vont de l'écorce dans le

bois sans atteindre la moelle, je crois utile de recommander à l'attention ce qui existe dans les rameaux plus jeunes, c'est-à-dire le passage remarquable des canaux de la moelle dans l'écorce (*Comptes rendus*, 1867, t. LXV, p. 22).

» J'ai signalé de beaux laticifères formant un réseau près de la surface des racines des *Argemone, Podostemum, Lactuca*, etc.; on peut mettre en parallèle avec eux les réseaux des canaux sécréteurs qui existent près de la périphérie des racines des Ombellifères suivantes : *Sium lancifolium, Opopanax Chironium, Sison Amomum, Imperatoria Ostruthium, Eryngium giganteum, Buplevrum ranunculoides, angulosum, Ægopodium Podagraria, Anthriscus vulgaris, Seseli varium, Coriandrum sativum, Scandix pecten-Veneris, Petroselinum sativum, Lagoecia cuminoides, Heracleum verrucosum.* Ce réseau de la surface des racines est formé par des canaux verticaux décrivant des zigzags, des angles desquels partent des branches horizontales, qui les unissent aux angles correspondants des canaux verticaux en zigzags voisins.

» Des canaux sécréteurs sont mêlés aux vaisseaux rayés dans la zone vasculaire externe des racines de l'*Opopanax Chironium*, etc.

» A cela j'ajouterai seulement que, dans les Ombellifères citées, les nombreuses anastomoses ou réticulations que l'on observe dans les différentes parties de la plante, et en particulier où les canaux sécréteurs passent d'un organe dans un autre (près de la base des feuilles, au sommet des pétioles et des pédoncules), et, de plus, le beau réseau qui existe dans la lame de ces feuilles (*Angelica sylvestris, Opopanax Chironium, Imperatoria Ostruthium, Smyrnium Olusatrum, Ferula tingitana, Lagoecia cuminoides*) tendent à démontrer que ces canaux forment un système continu étendu dans tout le végétal. L'espace me faisant défaut, je me bornerai à signaler ici ce bel exemple donné par les Ombellifères. A un autre point de vue, l'exemple suivant présente un intérêt d'un ordre tout aussi élevé.

» N'est-ce pas un témoignage d'une grande importance, en faveur de ma thèse, que l'existence simultanée des laticifères pourvus d'une membrane et des canaux oléorésineux sans membrane dans une grande famille comme celle des Composées. Les Chicoracées ont des laticifères à suc laiteux avec une enveloppe membraneuse; les Sénécionidées et les Astéroïdées n'ont que des canaux oléorésineux sans membrane. La tribu des *Cynarées* renferme non seulement des genres exclusivement à canaux sans membrane, ayant le suc oléorésineux limpide, et d'autres genres à vaisseaux du latex munis d'une membrane et à suc laiteux; mais ce qui est bien plus remarquable, c'est que ces dernières plantes ont ces laticifères seulement dans les organes aériens (tiges, feuilles, etc.), tandis que leurs racines ne

contiennent que des canaux oléorésineux sans membrane. Ne semble-t-il pas que les deux sortes de vaisseaux à suc propre se suppléent réciproquement (*Cirsium arvense* Lamk., *C. oleraceum* All., *C. lanceolatum* Scop., *C. anglicum* Lamk., *C. palustre* Scop., *C. prœaltum* Cass.; *Carduus nutans* L., *C. crispus* L., *C. tenuiflorus* Smith.; *Onopordon Acanthium* L.; *Carlina vulgaris* L., *C. longifolia* Reich; *Tyrimnus leucographus* L.; *Galactites tomentosa*, D.C.; *G. Duriœi* Spach; *Silybum marianum* Gaertn., *S. viride* Willd.; *Echenaïs nutans* Cass.; *Arctium lanuginosum* D.C.; *Lappa communis* C. et G. Il en est de même dans les *Vernonia eminens* Bisch., *V. noveboracensis* Willd., *V. prœalta* Willd. (*Institut*, 1862; p. 267).

» Mais, voici qui renforce encore la démonstration de l'équivalence des deux sortes de vaisseaux du suc propre. Ce renfort est apporté par une autre plante de cette même tribu des Cynarées : c'est le *Gundelia Tournefortii*, qui, au lieu d'offrir des canaux à suc oléorésineux dans la racine comme les espèces précédentes, y présente un magnifique réseau de vaisseaux membraneux remplis de suc laiteux, comme ceux de la tige. Je les décrirai plus tard avec détail.

» *Propriétés physiques du suc.* — Dans les laticifères pourvus d'une membrane, c'est l'état d'émulsion qui domine; le suc limpide est plus rare. Dans les canaux dits *sécréteurs*, c'est le contraire qui paraît être le plus fréquent. L'état émulsionné se présente toutefois fort souvent.

» La couleur de l'émulsion est blanc de lait dans les *Ferula tingitana*, *F. glauca*, *Angelica sylvestris*, *Smyrnium Olusatrum*, *Daucus carota* (sauvage), *Clusia nemorosa*, *Cl. Brongniartiana*, *Xanthochymus pictorius*, *Alisma plantago*, etc. L'émulsion est jaune pâle dans les *Calophyllum Calaba*, *Sison Amomum*, *Imperatoria Ostruthium;* jaune intense dans les *Clusia rosea*, *Reedia lateriflora*, *Garcinia Mangostana*, *Opopanax Chironium*, *O. orientalis*, etc.

» De même que dans le *Nerium Oleander*, où le latex est non laiteux, quoique granuleux, dans l'écorce et dans la moelle des rameaux de première année, tandis qu'il est blanc de lait dans les laticifères de l'écorce sous-libérienne, vers la troisième année, ou à la base des pousses de deux ans, la couleur du suc des canaux sans membrane peut varier suivant les parties de la plante et l'âge de celles-ci. La couleur du suc émulsionné est blanche dans les jeunes pousses du *Clusia grandiflora;* plus bas elle est blanche dans l'écorce externe, jaunâtre dans l'écorce interne, jaune dans la moelle.

» Le suc de ces canaux sans membrane est limpide dans les *Scandix pecten-Veneris*, *Chœrophyllum bulbosum*, *Buplevrum fructicosum*, *Pastinaca sativa*, dans les Sénécionidées et dans les Astéroïdées, etc.

» Comme dans certains laticifères, le suc émulsionné peut devenir limpide dans les canaux dits sécréteurs. Il peut même changer de nature

dans les parties différentes d'une même plante. Il est gommeux dans les canaux de la tige du *Panax-Lessonii* et oléorésineux dans les *vittæ*.

» *Propriétés physiologiques du suc*. — De même qu'il y a des plantes dans lesquelles les laticifères proprement dits se vident de bas en haut, comme le *Macleya cordata*, etc., que j'ai cité, de même on rencontre des Ombellifères, dont les canaux sécréteurs se vident aussi de bas en haut, à mesure que la plante avance en âge. L'*Anthriscus vulgaris* est dans ce cas.

» Voici maintenant l'exemple d'une plante à canaux oléorésineux dont le suc exerce une influence nutritive autour de ces canaux.

» J'ai remarqué que, dans le courant d'avril, de jeunes racines d'*Aralia edulis* ne présentaient de grains d'amidon que dans la rangée de cellules immédiatement en contact avec les cellules pariétales des canaux oléorésineux, et que tout le reste du parenchyme cortical environnant en était dépourvu. Quelques autres racines plus avancées montraient, à cet égard, quelques modifications différentes suivant leur âge. Dans les unes, ce qui restait des utricules du tissu parenchymateux primitif, et les rayons médullaires de premier ordre, renfermaient des grains amylacés; au contraire, le parenchyme de l'écorce plus interne, dans lequel étaient déjà quelques canaux sécréteurs, était privé d'amidon, *sauf les utricules contiguës aux cellules pariétales de ces canaux*. Il y avait donc autour de ces canaux un anneau de cellules amylifères, comme dans le cas précédent. Dans d'autres racines un peu plus âgées, l'amidon apparaissait dans les cellules environnant cet anneau amylifère; enfin, des racines encore plus avancées dans leur développement offraient de l'amidon dans toutes les cellules parenchymateuses. En pourrait-il être ainsi, si les canaux sécréteurs n'étaient destinés qu'à recevoir des matières excrétées, devenues complètement inutiles? Il me paraît convenable de penser que la naissance de l'amidon dans ces cellules voisines des canaux du suc propre est favorisée par l'émission de substances nutritives contenues dans ces canaux sécréteurs ou mieux laticifères.

» J'ai montré que le *latex* de certaines plantes est éminemment nutritif, puisqu'il détermine l'allongement et l'épaississement très considérables des membranes cellulaires qui l'enserrent. De ce fait on peut rapprocher ces cas dans lesquels *le suc oléorésineux produit de véritables cellules* à l'intérieur des canaux qui le renferment. J'en ai donné des exemples en 1862, d'après des Composées et, en 1866, d'après plusieurs Ombellifères (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 208). En voici un nouveau cas qui ne laisse de place à aucune objection. Cet exemple est donné par les rameaux du *Brucea 'erruginea*, qui est une Térébinthacée.

» Les canaux dits sécréteurs de ce végétal sont disposés au pourtour de

la moelle. Ils sont de largeur variable. Il y en a de $0^{mm},025$ de diamètre, de $0^{mm},07$, de $0^{mm},12$, de $0^{mm},16$, de $0^{mm},20$, de $0^{mm},26$ sur $0^{mm},15$ et même de $0^{mm},35$ sur $0^{mm},20$. Le grand diamètre est parallèle au rayon. Ces canaux contiennent un suc finement granuleux ou homogène; dans ce dernier cas, il est jaune pâle. Dans les rameaux âgés de quelques années, on voit la colonne du suc se partager par des lignes transversales ou plus ou moins obliques, si les canaux sont de modique dimension. Un peu plus tard, chaque tronçon est divisé en différents sens par d'autres lignes sans régularité. Quand les canaux sont grands, les lignes de partage peuvent se courber vers la région centrale; elles simulent parfois une sorte de sac qui se divise ultérieurement. Les canaux finissent par être remplis par des cellules nombreuses, de formes variées par la pression, et, quand les canaux sont d'un grand diamètre, leur contenu a l'aspect d'un parenchyme véritable. Dans la jeunesse des cellules, leur suc est jaune et homogène comme celui qui les a formées, et comme celui qui peut rester dans les petits espaces interposés; mais, en vieillissant, leur couleur jaune disparaît, et le liquide jaune interposé d'abord peut lui-même être remplacé par des gaz. J'ai trouvé de larges canaux pleins de belles cellules dans des rameaux âgés de cinq à dix ans environ. En avançant en âge, les membranes de ces cellules, d'abord minces, s'épaississent notablement et sont marquées de ponctuations. Traitées par l'iode et l'acide sulfurique, elles m'ont donné, comme, au reste, toutes les cellules pariétales et médullaires environnantes et tous les éléments du système fibrovasculaire voisin, une coloration pourpre foncé ou lie de vin intense. La couche d'épaississement des membranes est bientôt dissoute par l'acide sulfurique, et il reste alors une membrane mince plus résistante qui finit aussi par disparaître. Il n'est donc pas douteux qu'ici l'on a réellement affaire à des cellules véritables.

» Tous les faits contenus dans cette Communication concourent évidemment à prouver la similitude des propriétés physiques et physiologiques du contenu des laticifères proprement dits et des canaux sécréteurs, et que, par conséquent, ces deux sortes de vaisseaux doivent être réunis, comme je le soutiens depuis trente ans, sous l'appellation commune de *vaisseaux du latex*. »

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Sur quelques essais, faits, à la mer, avec le gyroscope-collimateur de M. le capitaine de vaisseau* Fleuriais. Note de M. DE **JONQUIÈRES**.

« J'ai l'honneur de communiquer succinctement à l'Académie les premiers résultats obtenus à la mer avec le modèle le plus récent du gyroscope-

collimateur, construit par M. Hurlimann pour le paquebot des Messageries nationales *la Gascogne,* qui fait en ce moment la traversée de Bordeaux au Brésil et à la Plata. M. Baule, lieutenant de vaisseau, commandant de ce beau navire, a fait lui-même usage de l'instrument ([1]), et, après la première partie de la traversée, il écrit de Dakar, à la date du 28 mars, à M. Fleuriais une Lettre d'où j'extrais le passage suivant :

» Mon cher Commandant,

» Plein succès! Voici mes résultats. Si vous tenez compte de mon peu d'habitude de l'instrument, vous les trouverez sans doute bons. Je constate, du reste, que je fais chaque jour des progrès, et je ne doute pas qu'à la fin du voyage mes approximations ne soient excellentes.

» Suivent trois pages de chiffres présentant les résultats obtenus. En voici le résumé :

» 24, 25 et 26 mars 1887; 15° de roulis; l'objet fixe observé est l'horizon de la mer :

		Erreur moyenne.
		′ ″
Première série :	6 contacts, le dos tourné au Soleil....	—2.10
Deuxième série :	8 » »	+1.30
Troisième série :	7 » »	+1.40
Quatrième série :	7 » »	+0.40
Cinquième série :	5 » »	+1.50
Sixième série :	5 » face au Soleil............	—3. 0
	Erreur moyenne des six séries d'observations...	+0. 8

» Le 27 mars; 5° de roulis; même observation de la collimation par l'horizon de la mer :

		Erreur moyenne.
		′ ″
Première série :	5 contacts, le dos au Soleil..........	—1.20
Deuxième série :	» »	+0.50
	Erreur moyenne des deux séries.........	—0. 5

([1]) M. Baule a calculé par d'ingénieux procédés les *constantes* de l'instrument. Il trouve pour le moment d'inertie autour de l'axe de figure : $A = 0,490$ (le système d'unités étant les centimètres, grammes et secondes) et 43 tours par seconde pour la vitesse initiale de rotation, ce qui s'accorde avec les indications fournies à M. Fleuriais par le diapason.

» Le 27 mars; 5° de roulis (¹) :

	Erreur.
Hauteur du Soleil, observée à 4^h de l'après-midi	—1. 0
Hauteur de la Polaire, obtenue par 12 contacts	—2.20

» Ces résultats, déjà très bons, obtenus dès les premiers jours de la traversée par un observateur qui voyait l'instrument pour la première fois et n'avait pu recevoir de l'inventeur ni initiation pratique, ni instructions verbales, confirment l'appréciation favorable portée par la Commission de l'Académie sur le gyroscope-collimateur. Les essais devant être continués et finalement résumés, nous n'insisterons pas plus longuement. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les tremblements de terre.* Note de M. **Oppermann**, présentée par M. Daubrée.

(Renvoi à la Commission.)

« Les tremblements de terre sont attribués, par la plupart des géologues qui les ont étudiés, à la pression qu'exerce la vapeur d'eau formée, à de grandes profondeurs au-dessous du sol, par les infiltrations des eaux superficielles à travers les terrains perméables ou fissurés.

» Dans les travaux si remarquables qu'il a publiés sur cette question, M. Daubrée explique comment la vapeur d'eau peut atteindre, dans les régions profondes de l'écorce terrestre, les tensions énormes qui sont nécessaires pour déterminer l'ébranlement du sol sur de très vastes étendues, et comment l'eau peut pénétrer dans ces régions souterraines par infiltration ou par simple capillarité, malgré la présence de cette vapeur sous forte pression, qui tend à s'opposer à son passage.

» Si la vapeur d'eau agissait par simple pression, il faudrait, pour qu'elle parvînt à soulever les terrains qui lui sont superposés, qu'elle fût renfer-

(¹) Nous ne faisons point entrer ici en ligne de compte une première observation de la hauteur méridienne du Soleil, déduite de 3 contacts. C'était, dit M. Baule, « mon coup d'essai ». L'observation offrait quelque difficulté pour un débutant, vu la grande hauteur (73°) et le mouvement rapide en hauteur, qui exigent, comme nous l'avons dit, des précautions particulières. Néanmoins, l'erreur n'a pas dépassé 8′.

mée dans des cavités présentant de très larges surfaces, et, au moment où la rupture d'équilibre aurait lieu, il en résulterait des désordres bien autrement graves que ceux qui accompagnent les tremblements de terre les plus désastreux.

» Les secousses, parfois très violentes, mais souvent à peine perceptibles, qui se produisent toujours au centre de la région atteinte présentent, au contraire, une grande analogie avec les ébranlements causés par la brusque expansion de corps solides ou liquides, transformés subitement en corps gazeux, et nous croyons qu'elles sont occasionnées par de véritables explosions souterraines produites par des dégagements instantanés de vapeur d'eau.

» On sait que la cause principale des explosions de chaudières est la rupture de la tôle-enveloppe suivant une large ouverture, d'où résulte une transformation instantanée en vapeur d'une partie de l'eau renfermée dans le générateur. Les motifs pour lesquels cette production subite de vapeur a lieu sont bien connus. Mais nous distinguerons un cas d'explosion plus spécial, qui peut également se présenter lorsque plusieurs appareils à vapeur sont appelés à fonctionner simultanément, et dont le danger nécessite des précautions particulières.

» Considérons deux récipients A et A' contenant de la vapeur aux pressions P et P' et des volumes V et V' d'eau aux températures t et t' d'ébullition correspondant aux pressions P et P', et reliés entre eux par une large conduite C fermée par une cloison F. Une ouverture de faible dimension pratiquée dans cette cloison livrerait passage à de la vapeur, que le récipient où la pression est le plus élevée (A par exemple) enverrait dans l'autre jusqu'à ce qu'il en résulte, pour la vapeur contenue dans les deux récipients, une pression commune d'équilibre P'', et, pour l'eau de ces deux récipients, une température moyenne t'', correspondant à l'ébullition de l'eau à la pression P''. Une certaine fraction du volume V d'eau contenu dans le récipient A se sera transformée en vapeur en absorbant la quantité de chaleur $V\alpha(t - t'')$ en excès, et cette vapeur, jointe à celle qui existait déjà dans le récipient A, aura fourni, par sa condensation ou l'abaissement de sa pression jusqu'à P'', la quantité de chaleur $V'\alpha(t'' - t')$ nécessaire pour porter l'eau du récipient A' à la température moyenne d'équilibre t''. Il faudra un certain temps pour que la vapeur puisse passer, par cette petite ouverture, d'un récipient dans l'autre, et l'équilibre s'établira graduellement. Mais, si la cloison F disparaît brusquement, toute la vapeur que doit fournir le récipient A pour déterminer l'échange des quantités de chaleur

nécessaire à l'équilibre sera forcée de se dégager dans un instant très court, et les effets de cette production subite de vapeur seront comparables à ceux que donne la déflagration des substances explosibles. Ils se traduiront par un ébranlement qui occasionnera, suivant les cas, de fortes secousses ou de simples vibrations, et dont la violence dépendra de la quantité d'eau transformée soudainement en vapeur, c'est-à-dire de la quantité de chaleur $V\alpha(t - t'')$ qui deviendra immédiatement disponible dans le récipient A, au moment de la disparition de la cloison F. Nous ferons observer à ce sujet que le produit $V(t - t'')$ peut atteindre des proportions très élevées, sans que les facteurs dont il dépend soient tous deux très importants. En conséquence, il n'est pas indispensable qu'il y ait une grande différence de température et de pression dans les deux récipients pour que le volume d'eau réduit en vapeur soit considérable : il suffit que le récipient A contienne un grand volume d'eau et que le récipient A' n'ait pas des dimensions assez faibles pour rendre insignifiante la chute de température $(t - t'')$.

» Si, comme cela paraît admissible, l'eau peut pénétrer par infiltration jusqu'à une grande profondeur au-dessous du sol, elle doit y être portée à une température très élevée, et son action dissolvante, plus forte qu'à la température ordinaire, doit creuser, dans certaines roches calcaires, gypseuses ou autres, des cavités comparables aux grottes et crevasses que l'on constate près de la surface du sol dans certains terrains et qui atteignent parfois de très vastes dimensions.

» Des cavités, isolées ou groupées ensemble, peuvent être considérées comme des récipients clos ; elles sont reliées aux autres cavités par des fentes minces et des fissures qui laissent passer les eaux et la vapeur, mais qui opposent une certaine résistance à leur écoulement par infiltration. Les eaux souterraines pourront ainsi pénétrer lentement jusqu'aux cavités les plus profondes où elles se réduiront partiellement en vapeur, et deux cavités voisines pourront se trouver dans les conditions des deux récipients A et A' dont il a été question plus haut. En effet, la température de l'eau et la pression correspondante de la vapeur doivent aller progressivement en augmentant, au fur et à mesure que l'on s'enfonce en profondeur, et l'on conçoit que, si les infiltrations se font avec difficulté d'une cavité à l'autre, cet accroissement puisse être assez rapide.

» Or la paroi de roche qui sépare deux cavités voisines peut subir l'action dissolvante des eaux qu'elles contiennent et s'amincir progressivement. Si la rupture a lieu brusquement, elle doit nécessairement déterminer

une explosion. Supposons que l'eau que contient la cavité A' soit à une température de 200°, correspondant à une pression de vapeur de 15^{kg}, et que la cavité A immédiatement inférieure ait 90^{m} de hauteur, si l'on admet un accroissement de température de 1° par 30^{m}, ce qui nous paraît devoir être un minimum à ces profondeurs, l'eau de la cavité A sera portée à une température de 203°, laquelle correspond à une pression de vapeur de 16^{kg}. Or, une différence de pression de 1^{kg} serait bien suffisante pour déterminer la rupture brusque d'une paroi de roche affaiblie par des corrosions.

» Dans une même région souterraine, où les cavités seront nombreuses, une première explosion modifiera les conditions d'équilibre existantes, ébranlera les parois qui séparent d'autres cavités les unes des autres, facilitera leur rupture et provoquera ainsi de nouvelles explosions jusqu'à ce que toutes les parois, trop affaiblies pour résister définitivement, aient disparu. Alors, le groupe de cavités reliées ainsi les unes aux autres formera une cavité nouvelle où l'eau et la vapeur auront pris une température et une pression moyennes, et le calme renaîtra. La période d'explosions sera également terminée, si les eaux et la vapeur rencontrent des fentes assez larges et assez régulières pour les conduire jusqu'à la surface du sol et pour servir en quelque sorte de soupapes de sûreté.

» Pour que les conditions de notre théorie se trouvent réalisées, il suffit que l'écorce terrestre soit fissurée ou perméable jusqu'à une grande profondeur, et que les roches situées à cette profondeur soient susceptibles d'être attaquées par de l'eau portée à une température très élevée. Ces conditions ne nous paraissent pas inadmissibles. »

VITICULTURE. — *L'œuf d'hiver du Phylloxera.* Note de M. **P. de Lafitte**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« La Note de M. Donnadieu, insérée au *Compte rendu* de la séance du 21 mars, me paraît contenir des erreurs de nature à jeter quelque trouble dans une expérience qui se poursuit sur une grande échelle, et de l'issue de laquelle dépend la conservation ou la perte des trois quarts au moins des vignes qui nous restent.

» M. Donnadieu « n'hésite pas à déclarer que les formes *radicicoles* et » *gallicoles* (du Phylloxera) sont bien différentes l'une de l'autre ». — L'idée d'une différence spécifique, entre l'insecte qui vit des feuilles et ce-

lui qui vit des racines, est la première qui s'est présentée à l'esprit des observateurs. La fausseté en a été reconnue de très bonne heure; puis, M. Boiteau ayant trouvé sous les feuilles l'œuf pondu par l'*ailé* en liberté, le cycle qui commence à l'*œuf d'hiver* a pu être fermé, et cette belle théorie ne présente plus de lacune et peut être considérée comme achevée. On ne connaît d'ailleurs pas deux *ailés* différents, plus que deux formes spécifiquement distinctes.

» M. Donnadieu parle, comme d'un fait acquis et ayant cours dans la Science, du « développement relativement assez rapide de l'œuf des *sexués* », et plus loin « de l'éclosion hâtive de l'*œuf d'invasion* » : c'est de l'*œuf d'hiver* qu'il s'agit. Cette thèse de l'*éclosion automnale* de l'œuf fécondé n'est pas nouvelle non plus : les zoologistes de Montpellier l'ont soutenue bien longtemps, sans autre preuve, d'ailleurs, que l'impossibilité où ils étaient alors de trouver cet œuf sur les souches. Lichtenstein s'est attaché avec une sorte d'acharnement à cette idée, et a tout mis en œuvre pour la vérifier, comme en témoignent ses écrits. Or, tous ses *œufs d'hiver* sont restés des œufs *dormants*, pas un n'est éclos avant l'heure; et nous n'en connaissons pas un aujourd'hui, ni M. Donnadieu non plus, qui ait jamais consenti à éclore avant le printemps de l'année suivante.

» M. Donnadieu ne saurait « regarder l'*œuf d'hiver* comme un moyen » de régénérescence ». Or tous les observateurs ont vu les pontes du Phylloxera, à mesure que les générations se succèdent, descendre à 30, à 20, à 15 œufs; n'être plus que de 3 à 6, jamais plus, chez l'*ailé*, et d'un seul, toujours d'un seul chez la fille de l'*ailé*, la femelle sexuée, tandis que M. Boiteau, observant l'insecte né de l'*œuf d'hiver*, la fille, par conséquent, de la femelle sexuée, a trouvé et a annoncé à l'Académie avoir compté communément jusqu'à 600 œufs dans la galle où l'insecte se renferme !

» Voici maintenant des erreurs de fait. Il faut citer textuellement :

» L'éclosion hâtive de l'*œuf d'invasion* me paraît plus que suffisante pour expliquer l'inefficacité des badigeonnages essayés en vue de la destruction de l'*œuf d'hiver*. Nulle part, en effet, ces badigeonnages ne semblent avoir empêché l'invasion des vignobles, et cela est si vrai que les viticulteurs véritables ont presque tous renoncé, avec raison, à ces pratiques empiriques. Tout au plus les badigeonnages ont-ils arrêté quelquefois la formation des galles sur les feuilles.

» *Pratiques empiriques?* — C'est à peu près comme si l'on disait que Le Verrier a trouvé empiriquement Neptune! Voici la vérité : *nulle part, jusqu'à ce jour, on n'a essayé les badigeonnages pour empêcher l'invasion d'un vignoble*. Si l'auteur connaît une seule tentative de ce genre, qu'il veuille

bien la citer. Pour tenter de garantir un vignoble de l'invasion, il faudrait avoir un vignoble qu'on sût n'être pas envahi. Pour nous, il n'existe aucun moyen de le savoir avec certitude, et nous ne parlons pas à la légère. Il fut un temps où l'Administration faisait procéder à la recherche des taches dites *latentes*, dans les départements nouvellement envahis, notamment dans l'Aude; or, sauf de très rares exceptions dues au hasard, on n'a jamais trouvé que des taches *apparentes*, c'est-à-dire déjà anciennes, et cette méthode très coûteuse est depuis longtemps abandonnée. Plus difficile encore est la recherche de l'*œuf d'hiver*, comme j'ai eu occasion de l'expliquer bien des fois. Les toiles d'araignée sont une faible ressource : on en rencontre dans les haies, quand il y en a dans le voisinage des vignes, la rigidité des tiges leur offrant un appui solide; mais M. Donnadieu a été très favorisé si, sur la vigne elle-même, il en a trouvé que le vent et l'agitation des feuilles et des sarments aient respectées !

» L'*inefficacité des badigeonnages* pour la destruction de l'œuf d'hiver? *Il n'y a pas eu d'autre expérience faite* que celles de M. Balbiani sur le domaine de la Paille, près de Montpellier, et celles de M. Merle de Massonneau sur le domaine de Pierron, près de Nérac. Or les unes et les autres ont complètement réussi.

» Les véritables viticulteurs ont tous *renoncé à ces pratiques empiriques?* Nous connaissons à peu près tous les viticulteurs qui prennent part à l'expérience commencée, parce qu'un grand nombre reçoivent une subvention, et que les autres, inscrits trop tard pour l'obtenir, opèrent à leurs frais, mais demandent des conseils. Quelques-uns ont renoncé au traitement et ont bien fait d'y renoncer, parce que, malgré des avertissements réitérés, ils l'avaient entrepris sur des vignes trop malades et perdues d'avance; mais l'*immense majorité persiste avec confiance* et notre devoir est d'empêcher que des assertions hâtives et sans preuves viennent jeter parmi eux le trouble et le découragement. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume de M. le D[r] *Motais* (d'Angers), intitulé « Anatomie de l'appareil moteur de l'œil de l'homme et des vertébrés ». (Présenté par

M. Sappey pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, de la fondation Montyon.)

2° Le « Bulletin météorologique du département de l'Hérault, pour l'année 1886 ».

M. **Bérenger-Féraud** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant, laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Leudet*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **Faye** communique à l'Académie une dépêche de M. Perrotin, lui annonçant la mort de M. *Thollon*.

M. **Janssen**, Vice-Président de l'Académie, prend alors la parole et s'exprime comme il suit :

« La mort de M. Thollon enlève à la Science un observateur aussi consciencieux que distingué, et dont les travaux, de plus en plus estimés, étaient toujours accueillis avec un vif intérêt. Les sciences spectrologiques, en particulier, font en lui une grande perte.

» On sait que M. Thollon s'était d'abord fait connaître par la construction du spectroscope le plus puissant et, sans doute aussi, le plus parfait qui ait été obtenu jusqu'à lui. On sait également avec quel talent il sut s'en servir. Il s'était voué à ces études. De temps en temps il nous faisait connaître des portions très consciencieusement étudiées du spectre solaire si énormement dilaté et si riche en détails que son instrument lui donnait. C'est au cours de ces études que M. Thollon fit une observation du plus haut intérêt, que l'histoire de la Science doit retenir. Il constata que, dans le spectre en question, il était de la plus grande facilité de distinguer les raies d'origine solaire de celles dues à l'atmosphère terrestre en portant successivement la fente du spectroscope au bord et au centre de l'image solaire tombant sur cette fente. Dans ces conditions, les raies d'origine solaire subissent des déplacements que la fixité des raies *telluriques* voisines rend très sensibles et absolument certains.

» Au moment où elle fut faite, cette belle observation constituait, et constitue encore aujourd'hui, la preuve la plus décisive en faveur de la réalité

du principe posé par notre illustre Confrère M. Fizeau sur les modifications que le mouvement de la source lumineuse apporte à la réfrangibilité des rayons, et par suite à la position des raies spectrales. Par là, M. Thollon montrait que la considération des raies telluriques fournit la meilleure méthode pour démontrer l'exactitude de ce beau principe, resté toujours un peu indécis tant qu'on a voulu constater le déplacement des raies par des procédés tirés des instruments et qu'on ne s'est pas placé dans des conditions d'observation où les deux espèces de rayons se produisent en même temps et se servent mutuellement de repères. Dernièrement notre éminent Confrère, M. Cornu, appréciant toute l'importance de l'observation de M. Thollon, imagina un dispositif très élégant qui rend le phénomène plus sensible et plus saisissant encore.

» Depuis plusieurs années déjà, M. Thollon travaillait à Nice. M. Bischoffsheim lui avait donné l'hospitalité scientifique dans le bel observatoire qu'il y a élevé en faveur de l'Astronomie.

» Depuis longtemps, M. Thollon s'occupait de la construction d'une grande Carte solaire, où la distinction des raies telluriques et solaires aurait été indiquée. Cette Carte, à laquelle il donnait tous ses soins, toutes ses forces, et dont il m'avait entretenu à diverses reprises, il voulait en faire un monument élevé à la Science. Mais il avait senti dans ces derniers temps qu'il lui serait difficile de réaliser entièrement ce projet.

» Ce savant meurt donc au milieu de ses plus importants et de ses plus chers travaux. C'est une perte très sensible pour la Physique céleste, et qui sera encore plus vivement sentie par tous ceux qui avaient pu apprécier la droiture de son caractère, l'élévation de ses sentiments et son amour si grand et si désintéressé pour la Science. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la génération de l'herpolhodie.* Note de M. **Pinczon**, élève à l'École Polytechnique, présentée par M. Resal.

« En étudiant les travaux qui ont été publiés sur ce sujet, je me suis demandé si l'on ne pourrait pas se faire une image de l'herpolhodie, plus nette que celle à laquelle on est arrivé jusqu'ici, et je suis parvenu, en rapportant la courbe à un axe mobile, à un résultat qui me paraît digne de quelque intérêt.

» Soient XOY le plan perpendiculaire à l'axe du moment des quantités de mouvement, Ox, Oy, Oz les axes principaux d'inertie. En conservant

les notations admises, je rappellerai les formules suivantes, dans lesquelles on suppose $A > B > C$:

(Théorèmes de Poinsot.)

(1) $An^2 + Bp^2 + Cq^2 = h, \qquad A^2n^2 + B^2p^2 + C^2q^2 = k^2;$

(2) $Ah - k^2 > 0, \qquad Ch - k^2 < 0;$

(3) $n^2 = \frac{k^2 - Ch - Bp^2(B-C)}{A(A-C)}, \qquad q^2 = \frac{Ah - k^2 - Bp^2(A-B)}{C(A-C)};$

(4) $An = -k\sin\theta\sin\psi, \qquad Bp = k\sin\theta\cos\psi;$

(5) $\cos\theta = \frac{Cq}{k};$

(6) $\frac{d\varphi}{dt} = k\frac{An^2 + Bp^2}{A^2n^2 + B^2p^2};$

(7) $r = \frac{\omega}{\sqrt{h}};$

(8) $d = \frac{\sqrt{h}}{k}.$

» Soient maintenant :

$O\chi$ l'intersection des plans XOY, xOy, dont la position variable est définie à chaque instant par l'angle φ;

$O\eta$ une perpendiculaire à $O\chi$ dans le plan XOY;

σ l'angle formé par le rayon vecteur ρ de la courbe, projetée sur XOY, avec $O\chi$ pris pour axe polaire.

» En exprimant que $\operatorname{tang}\sigma$ est égal au rapport des composantes de la rotation suivant $O\eta$, $O\chi$, qu'il est facile d'évaluer, on a

$$\operatorname{tang}\sigma = \frac{-n\cos\theta\sin\psi + p\cos\theta\cos\psi - q\sin\theta}{n\cos\psi + p\sin\psi}.$$

» En multipliant les deux termes de cette fraction par $\sin\theta$ et ayant ensuite égard aux relations (4) et (5), puis à la première des équations (1), on a

$$\operatorname{tang}\sigma = \frac{k^2 - Ch}{k(A-B)}\frac{q}{np}.$$

» Si l'on élimine n et q au moyen des formules (3), on trouve

(A) $$\operatorname{tang}\sigma = \frac{k^2 - Ch}{k(A-B)p}\sqrt{\frac{A[Ah - k^2 - Bp^2(A-B)]}{C[k^2 - Ch - Bp^2(B-C)]}}.$$

» On a maintenant, vu (7) et (8),

$$\rho^2 = r^2 - d^2 = \frac{k^2\omega^2 - h^2}{hk^2} = \frac{k^2(n^2+p^2+q^2)-h^2}{hk^2}.$$

» En retranchant la seconde des équations (1) de la première multipliée par A + C, on exprime $n^2 + q^2$ en fonction de p^2 et, après quelques réductions, on a finalement

$$\text{(B)} \qquad \rho^2 = \frac{(k^2 - \mathrm{C}h)(\mathrm{A}h - k^2) - k^2(\mathrm{A}-\mathrm{B})(\mathrm{B}-\mathrm{C})p^2}{\mathrm{AC}hk^2}.$$

» En éliminant p^2 entre (A) et (B), on obtiendra l'équation polaire de la courbe rapportée à l'axe mobile Oχ; mais, pour la discussion, il est plus commode de conserver la variable auxiliaire p.

» Soient p_0^2, p_1^2, p_2^2 les valeurs de p^2 qui annulent le numérateur et le dénominateur sous le radical de tangσ et ρ^2, on a

$$\text{(C)} \quad p_0^2 = \frac{\mathrm{A}h - k^2}{\mathrm{B}(\mathrm{A}-\mathrm{B})}, \qquad p_1^2 = \frac{k^2 - \mathrm{C}h}{\mathrm{B}(\mathrm{B}-\mathrm{C})}, \qquad p_2^2 = \frac{(k^2-\mathrm{C}h)(\mathrm{A}h-k^2)}{k^2(\mathrm{A}-\mathrm{B})(\mathrm{B}-\mathrm{C})},$$

$$\text{(A')} \qquad \operatorname{tang}\sigma = \frac{k^2 - \mathrm{C}h}{kp}\sqrt{\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{C}(\mathrm{A}-\mathrm{B})(\mathrm{B}-\mathrm{C})}\,\frac{p^2-p_0^2}{p^2-p_1^2}},$$

$$\text{(D)} \qquad p_0^2 - p_1^2 = -\frac{\mathrm{A}-\mathrm{C}}{\mathrm{B}(\mathrm{A}-\mathrm{B})(\mathrm{B}-\mathrm{C})}(k^2 - \mathrm{B}h),$$

$$\text{(E)} \qquad \begin{cases} p_0^2 - p_2^2 = -\dfrac{\mathrm{C}(\mathrm{A}h-k^2)(k^2-\mathrm{B}h)}{k^2\mathrm{B}(\mathrm{A}-\mathrm{B})(\mathrm{B}-\mathrm{C})}, \\ p_1^2 - p_2^2 = \dfrac{\mathrm{A}(\mathrm{C}h-k^2)(k^2-\mathrm{B}h)}{k^2\mathrm{B}(\mathrm{A}-\mathrm{B})(\mathrm{B}-\mathrm{C})}. \end{cases}$$

» *Discussion :*

» 1° $k^2 - \mathrm{B}h > 0$.

» On a

$$p_1^2 > p_0^2, \qquad p_2^2 \begin{matrix} > p_0^2 \\ < p_1^2 \end{matrix}.$$

» p variera entre p_0 et $-p_0$, d'où un ovale symétrique par rapport à Oχ, Oη et dont on trouvera facilement la longueur des axes.

» 2° $k^2 - \mathrm{B}h < 0$.

» On a

$$p_1^2 < p_0^2, \qquad p_2^2 \begin{matrix} < p_0^2 \\ > p_1^2 \end{matrix};$$

la rotation p variera entre p_1 et $-p_1$. La courbe se compose de deux

courbes ovoïdes symétriquement situées par rapport à $O\chi$ et ayant $O\eta$ pour axe de symétrie commun.

» 3° $k^2 - Bh = 0$.

» On a

$$\rho^2 = \frac{(A-B)(B-C)}{ABCh}(h - Bp^2),$$

$$\operatorname{tang}\sigma = \frac{1}{p}\sqrt{\frac{A(B-C)h}{BC(A-B)}}.$$

» La courbe a alors une forme analogue à celle d'une lemniscate. »

ANALYSE. — *Sur les courbes algébriques rectifiables.* Note de M. **Georges Humbert**, présentée par M. Jordan.

« Pour abréger, on appellera *courbes algébriques rectifiables* les courbes algébriques dont l'arc peut s'exprimer par une fonction algébrique des coordonnées.

Soit $f(x,y) = 0$ l'équation d'une telle courbe : par hypothèse, l'intégrale qui représente la longueur de l'arc entre les deux points (x_0, y_0) et (x, y) ne peut avoir, quand on fait varier la ligne d'intégration, qu'un nombre fini de valeurs. On en conclut aisément que cette intégrale n'aura que deux valeurs, de la forme s et $2\omega - s$, ω étant une quantité indépendante de x, y. La longueur, s, de l'arc de courbe entre les points (x_0, y_0) et (x, y), est donc liée aux coordonnées x, y de l'extrémité variable de l'arc, par une équation du *second ordre*, de la forme

$$s^2 - 2\omega s + P = 0,$$

P étant une fonction rationnelle de x, y. En partant de la valeur de $\frac{ds}{dx}$, on en déduit la formule

$$(1) \qquad s - \omega = R\sqrt{f'^2_x + f'^2_y},$$

où R désigne une fonction rationnelle de x, y.

» Cette formule montre que, si l'on porte sur la tangente à la courbe $f = 0$, au point (x, y), une longueur égale à $\omega - s$, dans le sens de l'accroissement positif de l'arc s, le point ainsi obtenu aura ses coordonnées ξ, η exprimables rationnellement en fonction de x, y. D'ailleurs ce point

décrit évidemment une courbe dont la courbe $f = 0$ est la développée, et, par suite, x, y sont des fonctions rationnelles de ξ, η. Donc :

» *Toute courbe algébrique rectifiable est la développée d'une courbe algébrique; ces deux courbes se correspondent point par point.*

» On conclut aussi de la formule (1) qu'une courbe algébrique ne peut être coupée orthogonalement par ses normales en plus de deux points sans être décomposable en courbes de degré moindre, et qu'une courbe coupée orthogonalement par ses normales en deux points s'obtient toujours en portant une longueur constante, de part et d'autre de leur pied, sur les normales à une courbe ordinaire.

» Pour que l'arc s soit une fonction rationnelle de x, y, il faut et il suffit, d'après (1), que $f_x'^2 + f_y'^2$ soit égal au carré d'une fonction rationnelle de x, y en chaque point de la courbe $f = 0$, c'est-à-dire que cette courbe soit, suivant l'expression de M. Laguerre, une *courbe de direction*.

» Or toute courbe de direction a pour développée une courbe de direction quand elle est coupée orthogonalement par ses normales en un seul point, ce que nous exprimerons en disant que cette courbe est *simple;* inversement, si la développée d'une courbe algébrique est de direction, cette courbe est elle-même de direction. Donc :

» *Les courbes algébriques planes dont l'arc peut s'exprimer par une fonction rationnelle des coordonnées sont les développées des courbes algébriques de direction simples.*

» M. Laguerre a montré que les anticaustiques par réflexion d'une courbe algébrique, les rayons incidents étant parallèles, sont des courbes de direction, et, réciproquement, on peut voir que ces courbes de direction sont *simples*, à moins qu'on ne puisse mener à la courbe réfléchissante deux tangentes rectangulaires de tous les points d'une droite normale aux rayons lumineux; par suite :

» *Les courbes algébriques planes dont l'arc peut s'exprimer par une fonction rationnelle des coordonnées sont les caustiques par réflexion des courbes algébriques, les rayons incidents étant parallèles, et réciproquement.*

» Toutefois, si l'on peut mener à la courbe réfléchissante deux tangentes rectangulaires de tous les points d'une droite normale aux rayons lumineux, la caustique aura son arc exprimable algébriquement, mais non rationnellement.

» Après la droite, la courbe du plus petit degré dont l'arc est rationnel est la cubique unicursale qui a pour équation polaire

$$\rho^{\frac{1}{3}} \cos \tfrac{1}{3}\omega = a^{\frac{1}{3}}$$

et qui est la caustique par réflexion d'une parabole, pour des rayons lumineux normaux à l'axe.

» Les épicycloïdes algébriques fournissent des exemples intéressants de courbes à arc rationnel; ainsi :

» *Les épicycloïdes algébriques dont l'arc est fonction rationnelle des coordonnées sont celles qu'on obtient, en prenant pour le rapport du rayon du cercle mobile au rayon du cercle fixe une fraction irréductible de dénominateur pair.*

» Quand l'arc s d'une courbe algébrique $f(x, y) = 0$ est rationnel, on a pour cet arc l'expression

$$s = \frac{B(x, y)}{C(x, y)},$$

où $B = 0$ et $C = 0$ sont respectivement les équations de courbes adjointes à $f = 0$, de degrés $n - 2$ et $n - 3$ en général, et de degrés $n - 1$ et $n - 2$ si $f = 0$ est unicursale. »

GÉOMÉTRIE. — *Propriétés descriptives, segmentaires et métriques de la ligne droite de mode quelconque.* Note de M. **A. Mouchot.**

« Dès qu'on assigne au point deux modes contraires, la ligne droite peut être *rectangle, réelle* ou *radiée.*

» La droite rectangle présente une infinité de branches réelles, imaginaires ou mixtes, groupées dans un plan autour d'un même point. En se projetant sur son axe, elle donne la droite réelle. Projetée sur un plan quelconque passant par cet axe, elle engendre la droite radiée.

» Deux droites situées dans le même plan se coupent en un point qui, lorsqu'il n'est pas à l'infini, peut toujours se construire. Je le prouve, en déterminant l'intersection d'une droite rectangle ou radiée avec une droite réelle, simple ou disjointe, et celle d'une droite radiée avec une droite rectangle. Je fais observer en même temps que, tant qu'elles ne sont pas

inverses l'une de l'autre, deux droites rectangles ne se rencontrent qu'à l'infini.

» Le système de deux droites situées dans le même plan s'appelle souvent *conique infiniment petite*. Une pareille conique a son centre tantôt réel, tantôt imaginaire. Elle admet une infinité de systèmes de cordes parallèles et de diamètres conjugués. J'en donne pour exemple la circonférence infiniment petite ou conique rectangle.

» L'intersection de deux coniques infiniment petites se ramène d'ailleurs à celles des droites qui les composent.

» Avant de passer des propriétés descriptives de la droite quelconque à ses propriétés segmentaires ou métriques, il faut généraliser le système de coordonnées rectilignes.

» Descartes ne parvient à déterminer sans ambiguïté la position d'un point géométrique sur un plan qu'à l'aide de coordonnées pouvant offrir deux sens contraires. C'est donc en assignant à la droite absolue deux nouvelles manières d'être, exprimées par les nombres positifs ou négatifs, qu'il réalise une de ses plus belles conceptions.

» Pour compléter l'œuvre du maître, il suffit de remplacer les axes de coordonnées par des droites réelles, les points géométriques de leur plan par des points réels ou imaginaires et de prendre pour coordonnées de ces derniers points des segments droits de mode convenable, d'ailleurs simples ou disjoints.

» La droite peut alors être considérée comme le lieu des points dont l'ordonnée est à l'abscisse dans un rapport constant. Ce rapport étant de mode quelconque, ainsi que l'ordonnée à l'origine de la droite, les propriétés segmentaires de celle-ci se traduisent en nombres par une équation du premier degré à deux variables x, y, dont les coefficients sont réels, imaginaires ou mixtes.

» Réciproquement, l'équation générale du premier degré à deux variables représente toujours une droite rectangle, réelle ou radiée.

» Pour construire le lieu complet de cette équation, on assigne à l'abscisse des valeurs réelles, imaginaires ou mixtes. Mais, si les valeurs monômes de x conduisent, en pareil cas, à des branches nettement définies, les valeurs mixtes de cette variable ne fournissent, sauf pour la droite réelle, que des points entièrement indépendants les uns des autres. Afin d'obvier à cet inconvénient, il suffit d'observer que, lorsqu'on cherche l'équation d'une droite rectangle ou radiée, les valeurs mixtes de l'abscisse varient, pour une même branche, de telle sorte que leurs parties de modes

contraires restent proportionnelles. D'où il suit que, dans le problème inverse, il faut soumettre la variable indépendante à la même loi.

» Toute autre relation établie entre les deux termes de cette variable, lorsqu'elle est mixte, entraîne d'ailleurs une nouvelle classification des points du lieu. C'est ainsi que, $y = ix$ étant l'équation d'une droite rectangle, si l'on pose $x = \rho(\cos\alpha + i\sin\alpha)$ et qu'on fasse successivement varier α et ρ, les points de la droite en question se répartissent en une infinité de circonférences concentriques.

» Le système de deux droites, partant de l'origine des coordonnées, s'exprime par une équation homogène du second degré à deux variables et réciproquement.

» Enfin, avec les coniques infiniment petites apparaissent de nouvelles propriétés segmentaires. Pour le faire voir, je me borne d'abord à démontrer que deux droites réelles menées d'un même point à la conique rectangle sont coupées par elles en parties réciproques, puis à signaler les conséquences immédiates de cette proposition.

» En résumé, la nouvelle théorie de la ligne droite que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie fait déjà pressentir, par sa généralité même, la possibilité d'établir une corrélation parfaite entre la Géométrie et l'Algèbre. »

GÉOMÉTRIE. — *Étude géométrique d'un complexe*. Note de M. **P.-G. Schoute**, présentée par M. Hermite.

« M. Neuberg, de Liège, a fixé mon attention sur le complexe Φ des droites d dont les distances à deux droites données l et l' sont dans un rapport donné f. Voici les résultats auxquels je suis parvenu par une étude géométrique de ce complexe.

» Le *cône de complexe* de P, c'est-à-dire le lieu des droites d, qui passent par le point P, est du quatrième ordre. Ce cône K_p^4 a trois arêtes doubles, les parallèles l_p et l'_p à l et l' par P et l'intersection χ_p des plans (P, c) et (P, l'). Il semble paradoxal que ce cône K_p^4 passe deux fois par les droites l_p et l'_p. Ce paradoxe est introduit par une discontinuité dans l'idée *distance de deux droites*, qui est spécialisée dans le cas de deux droites parallèles. On l'évite en se plaçant au point de vue que la distance de deux droites parallèles est indéterminée.

» La *courbe de complexe* de π, c'est-à-dire, l'enveloppe des droites d situées dans le plan π, est de la quatrième classe. Cette courbe πC_π^4 a deux

tangentes doubles, l'intersection l_{π_∞} de π avec le plan π_∞ de l'infini et la droite l_π de π qui s'appuie sur l et l'.

» Le complexe Φ a deux *points principaux* et sept *plans principaux*. Les points principaux sont les points de l et l' situés dans π_∞. Ce sont des points principaux *doubles*, parce que les droites PL_∞ et PL'_∞, qui joignent ces points L_∞ et L'_∞ à P, sont des arêtes *doubles* du cône K^4 de P. Et cela entraîne que la courbe C^4 d'un plan π par un de ces points dégénère en une conique complétée par ce point compté *deux* fois. Parmi les sept plans principaux, il y a six plans principaux *simples*, les deux plans isotropes ω_1 et ω_2 par l, les deux plans isotropes ω'_1 et ω'_2 par l', les deux plans α_1 et α_2 perpendiculaires à la plus courte distance a des droites l et l' et divisant cette distance intérieurement et extérieurement dans le rapport f; il n'y a qu'un seul plan principal double, le plan π_∞. Chaque plan π a donc une courbe C^4, qui touche les intersections de π avec les six plans ω_1, ω_2, ω'_1, ω'_2, α_1, α_2 et dont l'intersection de π et π_∞ est une tangente double. Et du cône K^4 d'un point P situé dans un des six plans principaux simples, ce plan se détache, de manière que la partie essentielle est un K^3; tandis que K^4 se réduit à quatre plans, quand P se trouve à l'infini.

» Le lieu du point P, dont le cône K^4 se compose de deux cônes quadratiques, est l'hyperboloïde réglé H^2, dont les points ont des distances à l et l', qui sont entre elles dans le rapport donné f. Cette *surface singulière* de Φ est un *hyperboloïde orthogonal*, et les cônes quadratiques constituants sont aussi des *cônes orthogonaux*.

» L'hyperboloïde H^2 est une *surface limite* de Φ en ce sens, que les points d'intersection des droites réelles de Φ avec H^2 ne sauraient être imaginaires.

» Le cône K^3, qui complète un des deux plans α au cône K^4 d'un point P de ce plan, est un *cône focal*, c'est-à-dire un cône qui est le lieu des axes focaux des cônes quadratiques inscrits dans un *angle tétraèdre;* il n'a pas d'arête double. Au contraire, le cône K^3, qui complète un des quatre plans ω au cône K^4 d'un point P de ce plan, est un cône cubique unicursal dont l_p ou l'_p est l'arête double, suivant que ω passe par l' ou l.

» Les *droites doubles* χ_p et l_π forment la même congruence (1, 1) des droites qui s'appuient sur l et l'.

» Les *droites singulières* φ, qui sont les quatrièmes arêtes doubles des cônes K^4 des points P de H^2, forment une congruence (4, 4). Elles sont les tangentes d'un faisceau de courbes gauches $r^{2,2}$ du quatrième ordre situé sur H^2. Les génératrices de H^2 sont des droites φ.

» La surface H^2 est en même temps l'enveloppe des plans dont les courbes c^4 se composent d'un point et d'une courbe c^3 de la troisième classe. Ce point est le point à l'infini de la droite singulière v, qui correspond au point de contact de H^2 avec le plan tangent.

» Le lieu des points Q des génératrices de H^2, où ces génératrices concourent avec leurs plus courtes distances à l ou à l', se compose de deux sections planes de H^2, situées dans des plans perpendiculaires entre eux, qui passent par la plus courte distance de l et l'. De ces deux coniques, l'une se rapporte à l'un, et l'autre à l'autre des deux systèmes de génératrices.

» Le lieu des droites v qui s'appuient sur une droite donnée l'' est une surface F^8 du huitième ordre, dont l'' est une arête quadruple : elle possède, en outre, deux droites doubles situées en H^2. Quand l'' est une génératrice de H^2, la surface F^8 se compose de H^2 comptée une fois et d'une surface F^6, dont l'' est une droite double, comptée deux fois.

» Le lieu des droites v qui s'appuient sur une section plane de H^2 se compose de H^2 comptée deux fois et d'une surface F^6.

» Le lieu des courbes C^4, situées dans des plans π, qui passent par une droite l'', qui est, en même temps, l'enveloppe des cônes K^4 des points de l'', est une surface F^{14} de l'ordre quatorze. Cette *surface de complexe* de Φ est également de la classe quatorze. La droite l'' en est droite sextuple dans les sections par des plans qui la contiennent, et axe octuple pour les cônes enveloppes dont les sommets se trouvent sur l''.

» Parmi les *cas particuliers*, le cas des axes parallèles est le plus remarquable. Dans ce cas, le complexe Φ est caractérisé par quatre *droites principales simples*, c'est-à-dire quatre droites dont les points sont des points principaux simples; les plans menés par une de ces droites sont donc, en même temps, des plans principaux simples. Ces droites sont les deux droites parallèles aux axes qui divisent la distance a de ces axes dans le rapport donné et les tangentes au cercle Σ, commun à toutes les sphères. menées par le point d'intersection des axes en π_∞.

» La déduction géométrique des résultats que je viens de communiquer sera publiée dans les *Annales de l'École Polytechnique de Delft;* j'y ajouterai un Supplément analytique, où l'on trouvera réunie la démonstration des résultats principaux par l'Analyse. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une expérience complémentaire et relative aux trombes marines.* Note de M. **Ch. Weyher**, présentée par M. Mascart.

« Dans les premières Communications à l'Académie, des expériences relatives aux tourbillons et trombes, il n'a été question que du « buisson », c'est-à-dire de la formation des deux cônes inverses et superposés par leurs sommets.

» J'ai pu depuis réaliser la trombe complète avec son tube de vapeur d'une netteté absolue, se greffant, d'une part, au centre du buisson et, d'autre part, au centre du tambour tournant placé à 3^m au-dessus de la surface de l'eau. Il a suffi, pour cela, de lancer un jet de vapeur dans les environs de l'axe du tourbillon, ou mieux encore de chauffer simplement l'eau contenue dans le grand réservoir, de façon qu'elle émît quelques vapeurs.

» Lorsque le temps est calme et un peu frais, le fuseau se détache en blanc sur les bâtiments voisins formant fond du tableau; par des temps relativement chauds, la couleur blanche est moins accentuée, mais on voit encore nettement cette colonne en giration, dont le diamètre est d'environ $0^m,05$ à $0^m,08$ et à peu près uniforme sur toute la hauteur de 3^m.

» A l'intérieur du tube de vapeur, et sur l'axe même, on aperçoit un noyau plus raréfié et tranchant en noirâtre sur la gaine qui l'enveloppe. Ce noyau a une forme absolument géométrique : c'est un cône dont la base est au centre du tambour tournant et le sommet au centre du buisson.

» La trombe s'infléchit plus ou moins en courbe gracieuse sous l'effet du vent ou des remous provenant des obstacles voisins, mais en reliant toujours les deux centres en question, et l'ensemble donne l'apparence exacte d'une trombe marine naturelle.

» En plein air, l'expérience a lieu sur 3^m de hauteur, soit sur trois fois le diamètre du tambour générateur du tourbillon. Dans une chambre, mais toujours à l'air libre, il a été possible d'obtenir un fuseau de $0^m,015$ à $0^m,020$ de diamètre sur $0^m,90$ à 1^m de hauteur, soit six à sept fois le diamètre du tourniquet, qui était de $0^m,15$. Lorsqu'il y a excès de vapeur, on voit de temps en temps un renflement, un ovoïde, monter et *descendre* le long du tube, sans d'ailleurs en altérer autrement la forme si nette et si bien dessinée. »

CHALEUR RAYONNANTE. — *Nouveau mode d'emploi du thermomultiplicateur.* Note de M. **Édouard Branly.**

« Dans l'emploi du thermomultiplicateur de Melloni, on laisse tomber le rayonnement de la source sur la pile, jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre commence à revenir vers sa position d'équilibre, et l'on admet, en le vérifiant d'une façon approchée, que, jusqu'à 20° environ, les premières impulsions sont proportionnelles aux quantités de chaleur correspondantes reçues par la pile dans l'unité de temps. La lecture des angles d'écart se fait en plaçant l'œil au-dessus de la cage de verre qui protège le multiplicateur et en notant le déplacement, sur un cercle divisé, de l'aiguille supérieure du système astatique. Cette méthode manque d'exactitude, mais elle n'a pas cessé d'être suivie, même dans les recherches les plus récentes.

» Cette Communication a pour objet d'appliquer aux lectures d'angles la méthode d'amplification par la réflexion, de choisir un galvanomètre dont la régularité soit satisfaisante et d'exposer un nouveau mode d'observation par les impulsions.

» Les galvanomètres dont j'ai suivi la marche sont munis d'un miroir plan et coiffés d'un cylindre ouvert au niveau du miroir; on les enferme dans une boîte bien close, éclairée par le haut et posée sur une planchette scellée dans le mur d'une fenêtre. La mesure des angles se fait avec une lunette qui porte, à la hauteur de son objectif, une règle circulaire de $0^m,50$ de rayon et divisée en millimètres; le centre de la circonférence de la règle est sur le fil de cocon qui soutient le système astatique; le tube oculaire sort seul de la cage. Ce dispositif met à l'abri des déplacements accidentels du système astatique et permet des lectures précises. Un déplacement de 1^{mm} correspond à une déviation de $3'26''$; on apprécie le dixième de millimètre, c'est-à-dire $20''$ environ.

» Parmi les appareils que j'ai comparés, je citerai seulement ici : 1° un galvanomètre formé d'un cadre plat en ivoire, sans fente médiane, et d'un système astatique à aiguilles longues et légères (système astatique de Nobili); 2° un galvanomètre composé de deux cadres en cuivre et de deux aimants en forme de cloche noyés dans la masse de cuivre des cadres (aimants de Siemens). Ces deux appareils, établis sur mes indications par M. Gendron, représentent les deux types extrêmes des instruments dont

j'ai examiné le fonctionnement. Leur résistance est d'environ un ohm. Pour un dix-millionième d'ampère, la sensibilité du galvanomètre Nobili est de 6^{mm} (à 1^{m}), celle du galvanomètre Siemens de 2^{mm}.

» Avant toute expérience de rayonnement, les appareils sont contrôlés avec des courants constants dus à un élément Daniell relié à des résistances comprises entre 50000 et 350000 ohms, ou à un élément thermo-électrique dont les soudures sont maintenues à des températures rigoureusement fixes. Pour un même courant, ils donnent des impulsions invariables, et indépendantes de la position du système astatique, pour un petit changement sur la règle. Mais il faut attendre plus de cinq minutes avant que l'aiguille du galvanomètre Nobili soit bien revenue au repos, et il y a souvent, sur le point de départ, une incertitude de $\frac{1}{2}$ millimètre. Le point d'arrivée s'apprécie bien. Pour le galvanomètre Siemens, l'incertitude est inférieure à un dixième de millimètre, au départ comme à l'arrivée. Avec les courants d'une pile thermo-électrique exposée au rayonnement d'une lampe, l'impulsion du galvanomètre de Nobili dure environ trente-cinq secondes et les impulsions ne sont pas proportionnelles aux quantités de chaleur : d'un côté de l'équilibre, elles sont trop fortes, et cela correspond à un accroissement de la durée de l'impulsion avec la grandeur de l'angle; de l'autre côté, elles sont trop petites, en même temps que l'impulsion présente une durée moindre. La différence augmente avec la déviation (¹). Dans les galvanomètres à cadre métallique, l'amortissement ne permet pas, en général, d'observer d'impulsion pour les courants croissants de la pile thermo-électrique.

» Afin de mettre à profit la fixité du point de départ dans les galvanomètres à amortissement, j'ai adopté une nouvelle manière d'opérer.

» La chute d'un écran en aluminium laisse passer le rayonnement de la source, la chute d'un second écran l'intercepte après quinze secondes; cet intervalle du jeu des écrans est réglé par une horloge à l'aide d'électro-aimants sensibles. Aux deux mouvements, la durée des contacts électriques n'excède pas $\frac{4}{100}$ de seconde, et le temps qui sépare la chute des deux écrans est constant à $\frac{2}{100}$ ou $\frac{3}{100}$ de seconde près. Ces deux points essentiels ont été établis d'après des inscriptions sur un enregistreur de Foucault.

(¹) Chaque galvanomètre demande une étude spéciale et présente des irrégularités qui lui sont propres. Toutefois, je n'ai jamais trouvé que la proportionnalité se vérifiât exactement, même au-dessous des limites admises; il n'y avait doute que pour des systèmes astatiques dont l'extrême mobilité est un obstacle aux mesures exactes.

» Dans ces conditions, les galvanomètres à amortissement offrent une impulsion nette ; en outre, comme la chaleur ne frappe la pile que pendant quinze secondes, le refroidissement est rapide. Avec le galvanomètre Nobili, l'arc d'impulsion dû à un rayonnement de quinze secondes est égal aux deux tiers de l'impulsion ordinaire, qui durait en moyenne trente-cinq secondes. La proportionnalité entre les quantités de chaleur et les nouvelles impulsions est plus approchée que dans le cas des anciennes impulsions ; elles sont, toutefois, encore plus fortes d'un côté et plus faibles de l'autre. Le galvanomètre Siemens se comporte de la même façon. Ainsi, pour ce dernier, du côté des déviations trop petites, la quantité de chaleur correspondant à 60^{mm} sur la règle est $60^{mm},6$. La différence croît avec l'impulsion (1).

» En résumé, en laissant tomber le rayonnement sur la pile pendant quinze secondes et en lisant l'impulsion par réflexion sur une règle de $0^{m},50$, avec un galvanomètre dont l'amortissement est bien réglé, on obtient une précision qui est en rapport avec la constance des sources les plus fixes. C'est en opérant ainsi que j'ai obtenu les nombres cités dans ma Note du 21 mars dernier (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 847). L'intervalle des observations successives était alors de 5 minutes, mais il peut être réduit à 3. S'il s'agit de comparer des rayonnements très voisins, la méthode précédente doit être regardée comme extrêmement exacte ; pour des rayonnements différents entre eux, une graduation du galvanomètre est nécessaire. Notons que ce n'est pas avec une lampe Carcel ni avec une lampe modérateur qu'une Table de graduation peut être effectuée avec certitude ; car, en général, les irrégularités de ces lampes sont de l'ordre de grandeur des écarts à déterminer pour les petites déviations ; l'emploi d'un bec de gaz à pression réglée permet seul de fixer sûrement les différences. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude sur les vanadates alcalins.* Note de M. **A. Ditte.**

« II. Vanadates de soude. — 1° VO^5NaO. — Le vanadate neutre de soude prend naissance quand on met des équivalents égaux de soude et

(1) Un galvanomètre Nobili à cadre d'argent très aplati, sans fente médiane, est celui de mes appareils qui s'est approché le plus de la proportionnalité.

d'acide vanadique en présence; la dissolution cristallise difficilement et dépose le plus souvent, contre les parois du vase, un enduit épais, formé d'aiguilles accolées, et qu'on ne peut purifier. Une évaporation très lente, effectuée sur une quantité notable de liqueur, donne des mamelons hémisphériques translucides, formés d'aiguilles transparentes et fines rayonnant d'un même point; sur les bords du vase se produisent parfois des groupes étoilés formés d'aiguilles isolées qui renferment, comme les mamelons, $VO^5NaO, 4HO$.

» En traitant par un mélange d'eau et d'alcool la solution sirupeuse, si difficile à faire cristalliser, elle se rassemble en une couche huileuse qui ne tarde pas à se solidifier; en reprenant à chaud la masse solide par un mélange d'alcool et d'eau, on obtient une liqueur qui donne, en se refroidissant, de belles aiguilles blanches, soyeuses, brillantes, assemblées en groupes étoilés et renfermant $VO^5NaO, 5HO$.

» Lorsqu'on dissout l'acide vanadique dans son équivalent de carbonate de soude, on obtient encore une liqueur qui se conceutre en un sirop épais, duquel il est difficile de retirer autre chose que des masses cristallines compactes ou des croûtes épaisses; mais, en usant du même artifice que précédemment, cette matière, traitée à 60° environ par un mélange à parties égales d'eau et d'alcool, donne de belles aiguilles blanches, contenant, suivant la température à laquelle elles se déposent, $VO^5NaO, 6HO$ ou $VONaO, 8HO$.

» 2° $2VO^5NaO$. — Une solution bouillante de carbonate de soude dissout un peu plus d'un équivalent d'acide vanadique et donne une liqueur rouge, à la surface de laquelle se forme une croûte jaune clair et mince quand on l'évapore dans le vide. A cette croûte adhèrent de beaux cristaux rouges à reflets dorés, transparents, très nets et faciles à isoler; ils contiennent $2VO^5NaO, 5HO$; on n'en obtient que de faibles quantités à cause de la petite proportion d'acide vanadique que le vanadate neutre de soude est susceptible de dissoudre.

» Mais, si l'on ajoute un peu d'acide acétique au vanadate neutre, de manière à rendre la liqueur acide, elle devient rouge comme du bichromate de potasse; concentrée à chaud, elle donne, par refroidissement lent, des cristaux de deux espèces. Les uns sont de belles aiguilles cannelées, rouge grenat, contenant $2VO^5NaO, 10HO$.

» 3° $3VO^5, 2NaO$. — Les autres sont des tables hexagonales friables et se réduisant en paillettes quand on les comprime; ces dernières sont un nouveau vanadate acide répondant à la formule $3VO^5, 2NaO, 18HO$.

» On peut encore obtenir ce composé en saturant de la soude avec un excès d'acide vanadique, filtrant, ajoutant de l'acide acétique à la liqueur froide, puis évaporant à 50° environ; il se dépose, par refroidissement, des cristaux prismatiques rouges qui renferment $3VO^5, 2NaO, 18HO$ et parfois $16^{éq}$ d'eau seulement.

» 4° $3VO^5NaO$. — Une solution de soude saturée à chaud avec de l'acide vanadique, puis concentrée par l'ébullition, dépose à chaud de belles paillettes rouge orangé brillantes, à reflets dorés; on peut les laver à l'eau froide, qui les dissout peu; leur composition est $3VO^5NaO, 3HO$. La préparation d'une quantité un peu notable de ces cristaux est difficile, car leur production est accompagnée de soubresauts violents qui projettent le liquide hors du vase et qui souvent même déterminent la rupture de ce dernier.

» Tous ces sels acides hydratés perdent leur eau quand on les chauffe, en devenant brun foncé; ils fondent à température plus élevée et laissent, après refroidissement, une masse cristalline foncée de sel anhydre, très peu soluble dans l'eau.

» 5° $VO^5, 2NaO$. — Ce vanadate s'obtient en dissolvant $1^{éq}$ d'acide vanadique dans $2^{éq}$ de soude, puis ajoutant à la liqueur filtrée une petite quantité du même alcali; l'évaporation dans le vide donne lieu, au bout de vingt-quatre heures, à un dépôt abondant de belles lames incolores, transparentes, très brillantes, et présentant la forme d'un hexagone régulier, qui renferment $VO^5, 2NaO, 18HO$. Les cristaux tabulaires peuvent atteindre 1^{cm} de côté; le plus souvent, ils s'assemblent en groupes arrondis de manière à rappeler la disposition des pétales d'une rose. Soumis à l'action de la chaleur, ils fondent en un liquide incolore; puis, l'eau se dégageant peu à peu, il reste une substance blanche qui fond à son tour en un liquide jaune clair; celui-ci laisse en se refroidissant une masse blanche cristalline et déliquescente de sel anhydre.

» On obtient un autre hydrate, lorsque, évaporant à sec la liqueur précédente, on reprend le résidu par un mélange d'eau et d'alcool qui le dissout bien moins que l'eau pure; la liqueur saturée vers 60° dépose, une fois refroidie, des aiguilles blanches brillantes, contenant

$$VO^5, 2NaO, 8HO.$$

» 6° $VO^5, 3NaO$. — Ce composé se produit dans les liqueurs riches en soude; le moyen le plus facile pour le préparer consiste à dissoudre $1^{éq}$ d'acide vanadique dans $3^{éq}$ de soude, puis à évaporer lentement la liqueur.

Il se dépose d'abord des prismes transparents volumineux, incolores, de vanadate bibasique, puis on voit se former des aiguilles blanches, brillantes, soyeuses, souvent réunies en mamelons hémisphériques hérissés de pointes; les aiguilles contiennent $VO^5, 3NaO, 26HO$; les mamelons ne renferment que $24^{éq}$ d'eau.

» 7° $VO^5, 4NaO$. — Toutes les fois qu'on met de l'acide vanadique en présence d'un grand excès de soude et que la dissolution est un peu concentrée, elle se prend, par refroidissement, en une masse cristalline formée d'un lacis de belles aiguilles blanches brillantes, enchevêtrées entre elles de manière à emprisonner tout le liquide; il est cependant facile de les isoler à l'état de pureté, en les abandonnant quelque temps dans l'air sec sur des plaques de porcelaine poreuse, après les avoir lavées avec un peu d'eau froide. Si l'on opère avec une liqueur étendue et qu'on la concentre lentement dans le vide, elle dépose de grands prismes incolores, transparents, qui peuvent atteindre une longueur de 2^{cm}. Tous ces cristaux ont la même composition et contiennent $VO^5, 4NaO, 30HO$. Ceux qui se déposent au milieu d'une liqueur tiède ne renferment que $26^{éq}$ d'eau.

» Soumis à l'action de la chaleur, les cristaux s'effleurissent, puis ils fondent dans leur eau de cristallisation; celle-ci se dégage quand on chauffe davantage; il reste alors une masse blanche de sel anhydre, très soluble dans l'eau, à laquelle elle communique une réaction fortement alcaline; mais cette matière ne fond pas, lors même qu'on la porte au rouge vif. La même chose se passe avec les vanadates de potasse; nous avons vu que le plus difficile à fondre parmi ces sels est précisément celui qui renferme $4^{éq}$ d'alcali. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Du soulèvement des côtes sud-ouest de la Finlande.* Note de M. VENUKOFF, présentée par M. Daubrée.

« Les levers topographiques, récemment entrepris et exécutés dans la Finlande, ont prouvé, une fois de plus, que les côtes de la mer Baltique y sont soumises à un soulèvement continu. On a comparé les plans topographiques modernes à ceux qui datent de 1810-1815, et l'on a trouvé que plusieurs îles se sont transformées en presqu'îles, parce que le fond des détroits qui les séparaient de la terre ferme s'est élevé considérablement; beaucoup de bas-fonds d'autrefois sont devenus îles ou plages. M. le co-

lonel Bonsdorf, chef du service topographique en Finlande, a recueilli chez les Finlandais plusieurs détails qui prouvent le fait du soulèvement et en donnent même la mesure. Ainsi les habitants du sud-ouest du pays et de l'archipel voisin des îles Alandes lui montrèrent plusieurs endroits qui, il y a à peine quelques années, étaient couverts d'eau et qui servent à présent de pâturages, de jardins potagers et même de champs; dans plusieurs autres localités, ils lui exprimèrent leur pleine confiance de voir bientôt les détroits et les baies peu profonds se transformer en des plages. L'administration de la Finlande se préoccupe maintenant d'y installer les témoins solides, en pierre ou en fonte, pour mesurer ensuite la rapidité de ce phénomène géologique avec toute l'exactitude désirable. »

M. **M. d'Ocagne** adresse une seconde Note « Sur les péninvariants principaux des formes binaires ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 avril 1887.

Observations actinométriques faites pendant l'année 1886 *à l'observatoire météorologique de Montpellier; par* M. A. Crova; br. in-4°.

Le magnétisme animal étudié sous le nom de force neurique rayonnante et circulante, etc.; *par* le Dr A. Barety. Paris, Octave Doin, 1887; in-8°. (Renvoi au concours Lallemand.)

Le vaccin de la fièvre jaune. Résultats statistiques; par le Dr Domingos Freire. Rio-de-Janeiro, Leuringer e filhos, 1886; br. in-8°.

Notes et études sur les engrais et amendements marins des côtes de Bretagne; par P. Parize. I. *Dépôts marins.* Saint-Brieuc, Francisque Guyon, 1887; br. in-8°.

Les droits d'entrée chez les Sociétés de secours mutuels; par M. Prosper de Lafitte. Agen, V. Lenthéric, 1887; br. in-8°.

Bulletin du Ministère des Travaux publics. Statistique et législation comparée;

huitième année, tome XV, février 1887. Paris, Imprimerie nationale, 1887; br. in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1887; XIIe volume, Ire Partie, feuilles 1 à 9. Paris, au siège de la Société, 1er mars 1887; br. in-8°.

Alphabet des couleurs ou théorie nouvelle de la lumière et des couleurs en figures coloriées; par N. Folmer. Groningue, J.-B. Wolters, 1869; un album et une brochure.

Bulletin de la Société ouralienne d'amateurs des Sciences naturelles; tome X, livr. I, 1887; br. in-8°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti, dal novembre 1884 *all'ottobre* 1885. Venezia, 1884-1885; 13 tomes in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AVRIL 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Les Membres de la Conférence internationale de Photographie céleste assistent à la séance.

M. le Président de l'Académie prend la parole en ces termes :

« Messieurs,

» L'Académie vous souhaite la plus cordiale bienvenue. Elle vous remercie d'avoir répondu avec un empressement si grand et si unanime à son appel. Si l'on considère le nombre de nos hôtes et la situation, l'illustration de la plupart d'entre eux, on peut dire que l'attente de l'Académie a été dépassée et que le succès de l'entreprise dont elle a accepté le patronage est assuré.

» Cette entreprise, Messieurs, est digne d'un aussi illustre concours. La Carte des cieux, déduite de documents impersonnels, permanents, où

les astres eux-mêmes enregistrent leur situation et leur éclat, formera un monument sans précédents dans la Science. Pour moi qui, depuis plus de douze années déjà, à l'exemple de savants illustres, les Arago, les Faye, ai pressenti ce rôle et cherché à diriger l'Astronomie dans cette voie, je m'en réjouis tout particulièrement.

» Aujourd'hui la cause est enfin gagnée : les astronomes paraissent comprendre tous les services qu'ils peuvent attendre de la Photographie. Un des plus grands sera de les affranchir de longues et souvent pénibles observations, et de leur rendre toute la liberté de leur esprit pour l'étude et la solution des hautes questions que l'étude de l'univers pose aujourd'hui si belles et si nombreuses.

» Aussi, Messieurs, croyez-le bien, votre présence ici a une portée qui dépasse de beaucoup celle de l'objet spécial qui vous amène. Vous venez consacrer une méthode nouvelle, vous venez affirmer une révolution qui ne sera pas moins féconde que celle qui a signalé l'introduction des lunettes en Astronomie. Alors, comme aujourd'hui, il y eut bien des résistances opposées; alors, comme aujourd'hui, la vérité a triomphé à l'immense profit de la Science.

» Que l'Astronomie entre donc à pleines voiles dans cette voie féconde. Elle y trouvera, outre ce qu'elle y cherche actuellement, des découvertes imprévues; car l'esprit humain n'a jamais employé, sans fruits inattendus, une méthode profondément nouvelle, sans parler même de tout ce qu'il y a de fécond dans les comparaisons que permettent les moyens multiples d'atteindre un même but.

» Messieurs, l'Académie n'est pas seule à se féliciter de votre présence à Paris. Je suis sûr d'être également l'interprète des intentions de tous les Directeurs de nos établissements scientifiques, en vous assurant qu'ils se disposent à vous recevoir avec le plus vif empressement.

» En particulier, je vous serais reconnaissant, Messieurs, si vous vouliez bien honorer l'observatoire de Meudon d'une visite. Cet établissement va être terminé d'ici peu de temps. Il sera muni d'instruments d'une puissance au moins égale à ceux des plus grands observatoires d'Europe.

» C'est d'abord un télescope, dont le miroir a 1^m de diamètre, déjà construit par MM. Henry, et qui leur a paru d'une rare perfection.

» Ce miroir possède un foyer qui n'est égal qu'à trois fois son diamètre. C'est une condition de construction toute spéciale, qui donne aux images d'une grandeur sensible un éclat qui ne pourrait être atteint par aucun autre instrument. Ce télescope est destiné plus spécialement à l'étude op-

tique, spectroscopique ou photographique des plus faibles nébuleuses, des queues de comètes, etc.

» Comme équatorial, l'observatoire possédera un instrument à lunettes jumelles rendues solidaires et de même foyer. L'une, de $0^m,81$ d'ouverture, destinée à la Spectroscopie et aux études ordinaires de l'Astronomie; l'autre, de $0^m,62$ d'ouverture, destinée à la Photographie (quand on fera de la photographie, la lunette astronomique servira de chercheur à l'autre). L'optique de ce magnifique appareil, le plus grand de ce genre construit jusqu'ici, est entre les mains de MM. Henry, et le mécanisme se construit chez M. Gautier. On comprend tout l'intérêt que présentera un semblable instrument, ayant une lunette photographique de 16^m à 17^m de longueur, pour la photographie de la Lune, des amas d'étoiles, des étoiles doubles.

» En même temps, les instruments qui servent à nos études solaires photographiques seront mieux installés.

» Mais, ce qui donnera à l'observatoire de Meudon un intérêt tout spécial parmi les établissements de ce genre, ce sont ses installations pour l'étude des gaz et des vapeurs sous grandes épaisseurs. L'observatoire possède déjà un Laboratoire de 100^m de long, où est disposée une série de tubes pouvant supporter de hautes pressions, avec tous les appareils optiques nécessaires pour l'étude des spectres d'absorption. Ces études s'adressent spécialement aux gaz ou vapeurs, tels que l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, la vapeur d'eau, etc., dont la recherche, dans les atmosphères stellaires et planétaires, se rattache à des problèmes si importants et si actuels de philosophie naturelle.

» Je ne puis ici faire une analyse, même succincte, des travaux commencés dans cet ordre de recherches, j'en détache seulement un fait qui montre combien l'analyse spectrale renferme encore de données imprévues et promet de connaissances nouvelles. L'étude de l'oxygène montre, en effet, que ce gaz présente deux ordres de phénomènes d'absorption, que le second système consistant en bandes sombres se développe suivant le carré de la densité du gaz expérimenté. Cette loi conduit à des conséquences importantes par rapport aux phénomènes spectraux que peuvent présenter les astres. On trouve, par exemple, en s'appuyant sur cette loi du carré de la densité, qu'une nébuleuse d'un diamètre égal à dix fois le diamètre de l'orbite terrestre et contenant de l'oxygène à une très faible densité pourrait être traversée par un faisceau de lumière sans que son spectre présentât les bandes de ce gaz, fait qui montre déjà, et sans aller plus loin, combien nous devons être réservés pour conclure de l'absence

d'un gaz ou d'une vapeur dans un astre sur la seule indication des apparences de son spectre.

» Messieurs, je vous souhaite de nouveau la bienvenue, et vous invite à prendre place parmi nos Confrères. »

M. Struve, au nom des Membres de la Conférence présents à la séance, remercie l'Académie et M. le Président de l'accueil qui leur est fait.

PHYSIQUE. — *Sur une unité de temps absolue. Étalons électriques de temps et chronoscopes des variations;* par M. Lippmann.

« L'unité de temps universellement adoptée, la seconde, ne subit que des variations séculaires très lentes et se détermine avec une précision et une facilité qui en imposent l'emploi. Il n'en est pas moins vrai que la seconde est une unité de temps arbitraire et variable : arbitraire, car elle est sans relation aucune avec les propriétés de la matière, avec les coefficients de la Physique; variable, car la durée du mouvement diurne est soumise à des causes de perturbation séculaires, dont quelques-unes, telles que le frottement des marées, ne sont pas actuellement calculables.

» On peut se demander s'il est possible de définir une unité de temps absolument invariable; il serait désirable de pouvoir déterminer, avec une précision suffisante, ne fût-ce qu'une fois par siècle, le rapport de la seconde à une pareille unité, afin de contrôler les variations de la seconde indirectement et indépendamment de toute hypothèse astronomique.

» Or l'étude de certains phénomènes électriques fournit une unité de temps qui est absolument invariable, car cette grandeur est une constante spécifique. Considérons une substance conductrice, que l'on puisse toujours retrouver identique à elle-même, et, pour fixer les idées, choisissons le mercure pris à la température de 0°, qui remplit parfaitement cette condition [1]. On peut déterminer, par plusieurs méthodes, la résistance électrique spécifique ρ du mercure en unités électrostatiques absolues : ρ est une propriété spécifique du mercure, par conséquent une grandeur absolument invariable. De plus ρ *est un intervalle de temps*. On pourrait donc

---

[1] Voir notamment les expériences faites au Bureau international des Poids et Mesures, à l'occasion de la construction de l'ohm légal.

prendre ρ comme unité de temps, à moins qu'on ne préfère considérer cette grandeur comme un étalon de temps impérissable.

» En effet, ρ n'est pas simplement une quantité dont la mesure se trouve en relation avec la mesure du temps : c'est un intervalle de temps concret, abstraction faite de toute convention faite en vue des mesures et de tout choix d'unité. Il peut paraître singulier, au premier abord, qu'un intervalle de temps se trouve en quelque sorte caché sous la dénomination de *résistance électrique;* mais il suffit de rappeler ici que, dans le système électrostatique, les intensités de courant sont des vitesses d'écoulement, et que les résistances sont des temps : à savoir les temps nécessaires pour l'écoulement de l'électricité dans des conditions déterminées. On se rappelle, en particulier, ce que l'on entend par la résistance spécifique ρ du mercure dans le système électrostatique. Si l'on considère un circuit ayant une résistance égale à celle d'un cube de mercure qui aurait pour côté l'unité de longueur, circuit soumis à une force électromotrice égale à l'unité, ce circuit mettra à se laisser traverser par l'unité de quantité d'électricité un temps déterminé, qui est précisément ρ. Il faut remarquer que le choix de l'unité de longueur, comme celui de l'unité de masse, est indifférent; car les différentes unités mises ici en jeu en dépendent de telle manière que ρ n'en dépende pas ([1]).

» Il s'agit maintenant de mettre cette définition expérimentalement en œuvre, c'est-à-dire de réaliser un intervalle de temps qui soit un multiple connu de ρ. On peut résoudre le problème de plusieurs manières ([2]), et notamment au moyen de l'appareil suivant.

([1]) En d'autres termes, ρ est du premier degré par rapport au temps, du degré zéro par rapport aux autres unités, ainsi qu'il est facile de le vérifier.

([2]) Dans ce système, la mesure du temps ne se fait pas, comme d'ordinaire, en observant les mouvements d'un système matériel : elle se fait par des expériences d'équilibre. Tous les organes des appareils demeurent immobiles; seule, l'électricité y est en mouvement. Ce sont en quelque sorte des clepsydres à électricité. On reconnaît cette analogie avec la clepsydre en considérant la forme d'expérience suivante : deux plateaux métalliques immobiles constituent les armatures d'un condensateur chargé, et s'attirent avec une force F. Si les plateaux sont isolés, leurs charges demeurent constantes, ainsi que la force F; si, au contraire, on réunit les armatures par une résistance R, leurs charges diminuent, et la force F devient une fonction du temps t; le temps t, inversement, devient une fonction de F. On obtient t par la formule suivante

$$t = \rho \frac{lS}{8\pi es} \operatorname{log\,hyp} \frac{F_0}{F},$$

» Une pile de force électromotrice arbitraire E actionne en même temps les deux circuits antagonistes d'un galvanomètre différentiel. Dans le premier circuit, qui a une résistance R, la pile envoie un courant continu d'intensité I; dans le second circuit, la pile envoie une série discontinue de décharges obtenues en chargeant périodiquement, à l'aide de la pile, un condensateur de capacité C que l'on décharge ensuite à travers ledit circuit. L'aiguille du galvanomètre reste en équilibre si les deux courants débitent des quantités d'électricité égales pendant un même temps τ.

» Supposons cette condition d'équilibre remplie et l'aiguille immobile au zéro : il est facile d'écrire la condition d'équilibre. Pendant le temps τ, le courant continu débite une quantité d'électricité égale à $\frac{E}{R}\tau$; d'autre part, chaque charge du condensateur est égale à CE, et pendant le temps τ le nombre des décharges est égal à $\frac{\tau}{t}$, t étant l'intervalle de temps entre deux décharges; τ et t sont ici supposés exprimés à l'aide d'une unité de temps arbitraire; le second circuit débite donc une quantité d'électricité égale à $CE \times \frac{\tau}{t}$. On a donc la condition d'équilibre

$$\frac{E}{R}\tau = CE \times \frac{\tau}{t}$$

ou, en simplifiant,

$$t = CR.$$

C et R sont connus en valeur absolue, c'est-à-dire que l'on sait que C est

---

F_0 et F étant les valeurs de la force au commencement et à la fin du temps t. La formule ci-dessus est indépendante de tout choix d'unités. Si l'on voulait que t fût exprimé en secondes, il faudrait donner à ρ la valeur correspondante ($\rho = 1,058.10^{-16}$). Si l'on prend ρ pour unité, il suffit de faire $\rho = 1$, et on a la valeur absolue du temps par l'expression

$$\frac{lS}{8\pi es} \operatorname{loghyp} \frac{F_0}{F}.$$

On remarquera que cette expression du temps ne contient que des nombres abstraits; elle est indépendante, notamment, du choix des unités de longueur et de force. S et e y désignent la surface et l'épaisseur du condensateur; s et l la section et la longueur d'une colonne de mercure de résistance R.

Cette forme d'appareil ne permettrait pratiquement de mesurer des valeurs notables de t que si la valeur de la résistance R était énorme; le dispositif décrit dans le texte ne présente pas le même inconvénient.

égal à p fois la capacité d'une sphère de rayon l; on a donc $C = pl$; de même, on sait que R est égal à q fois la résistance d'un cube de mercure qui aurait l pour côté; on a donc $R = q\rho\frac{l}{l^2} = q\frac{\rho}{l}$, et par conséquent

$$t = pq\rho.$$

Telle est la valeur de t obtenue en laissant toutes les unités indéterminées. En exprimant ρ en fonction de la seconde, on aurait t en secondes. En faisant $\rho = 1$, on a la valeur absolue Θ du même intervalle de temps en fonction de cette unité; on a donc simplement

$$\Theta = pq.$$

» Si l'on suppose que le commutateur qui produit les charges et décharges successives du condensateur est constitué par un diapason vibrant, on voit que la durée d'une vibration est égale au produit des deux nombres abstraits p, q.

» Il reste à examiner avec quelle approximation on peut déterminer p et q. Pour obtenir q, il faut d'abord construire une colonne de mercure de dimensions connues : ce problème a été résolu au Bureau international des Poids et Mesures, lors de la construction de l'ohm légal. L'ohm légal est supposé avoir, par définition, une résistance égale à 10600 fois celle d'un cube de mercure de $0^m,01$ de côté. L'approximation obtenue est comprise entre $\frac{1}{50000}$ et $\frac{1}{200000}$. Pour obtenir p, il faut, d'autre part, pouvoir construire un condensateur plan de capacité connue; la difficulté ici consiste à connaître avec une approximation suffisante l'épaisseur de la lame d'air. Or on peut employer comme armatures deux surfaces de verre optiquement travaillées, argentées afin de les rendre conductrices, mais assez légèrement pour obtenir par transparence les anneaux d'interférence de M. Fizeau; la méthode de M. Fizeau permettrait d'arriver à une grande approximation. En résumé, donc, on peut espérer *a priori* une approximation de l'ordre du cent-millième pour la valeur de pq.

» Indépendamment de l'usage qu'on en peut faire pour mesurer le temps en valeur absolue, l'appareil qui vient d'être décrit jouit de propriétés particulières. Il constitue une sorte d'horloge qui indique, qui enregistre, et peut au besoin corriger elle-même ses variations de vitesse. L'appareil étant réglé de manière que l'aiguille aimantée soit au zéro, il suffit que la vitesse du commutateur augmente légèrement pour que l'équilibre soit troublé, et que l'aiguille aimantée dévie dans le sens cor-

respondant; si la vitesse au contraire diminue, c'est l'action du circuit antagoniste qui l'emporte, et l'aiguille dévie en sens contraire. Ces déviations, quand elles sont petites, sont proportionnelles aux variations de vitesse. Or on peut d'abord les noter. On peut en outre les enregistrer, soit par la photographie, soit en employant un appareil Rédier, comme celui que M. Mascart a adapté à son électromètre à quadrant; enfin on peut charger ledit Rédier de réagir sur la vitesse de manière à réduire à zéro ses variations. Si ces variations ne sont pas complètement annulées, elles n'en seront pas moins enregistrées, de sorte qu'on en pourra tenir compte.

» Comme indicateur des variations, l'appareil peut être d'une sensibilité singulière, et qu'on peut d'ailleurs accroître indéfiniment, à condition d'accroître ses dimensions.

» Avec une pile de 10 volts, un condensateur d'un microfarad, 10 décharges par seconde et un galvanomètre différentiel de Thomson sensible à 10^{-10} ampères, on obtient déjà une sensibilité de $\frac{1}{1000000}$, c'est-à-dire qu'une variation de $\frac{1}{1000000}$ dans la vitesse s'accuse par une déviation de 1^{mm} au bout de quelques secondes. La méthode stroboscopique elle-même ne donne pas une telle sensibilité.

» On peut donc retrouver avec une grande approximation une vitesse toujours la même, à condition que les parties solides de l'appareil (le condensateur et la résistance) soient conservées à l'abri des causes de variation et employées toujours à la même température. Sans doute, une horloge astronomique bien construite conserve une marche très uniforme; mais l'appareil électrique est dans de meilleures conditions d'invariabilité, car tous ses organes sont massifs et immobiles, on ne leur demande que de rester identiques à eux-mêmes, et l'on n'a pas à s'occuper de l'usure des rouages, de l'âge des huiles ni des variations de la pesanteur. En d'autres termes, le système formé par un condensateur et une résistance fournit un étalon de temps facile à conserver. »

ASTRONOMIE NAUTIQUE. — *Au sujet d'une Communication faite le 12 avril sur des observations faites à la mer avec le gyroscope collimateur.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« Dans ma dernière Communication, il est un point, très intéressant au point de vue de la pratique, que je n'ai pas mis explicitement en relief :

je veux parler de la perfection (presque absolue) avec laquelle l'instrument employé a été construit, notamment en ce qui concerne l'implantation des lentilles sur la face supérieure de la toupie et la position du trait gravé sur chacune d'elles. Ce fait ressort d'ailleurs implicitement de l'examen des tableaux, où l'on voit que la moyenne générale des déterminations de la collimation est moindre que 3″ d'arc; autant vaut dire qu'elle est nulle. Aussi ai-je pu, dans les deux premiers, appeler *erreur moyenne* ce qu'en général, avec un instrument moins bien monté, il eût été correct d'appeler *lecture moyenne*. Dans le cas présent, les chiffres donnés expriment en réalité les erreurs mêmes des observations respectives, tant pour les visées faites à l'horizon de la mer que pour les mesures de hauteur du Soleil et de la Polaire. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse aux observations de M.* H. Faye (14 *mars*) *sur la théorie des trombes ascendantes;* par M. **D. Colladon.**

« Genève, 9 avril 1887.

» Mon illustre collègue s'est mépris, dans sa Communication du 14 mars, sur le but et la portée des observations que j'ai présentées à l'Académie dans la séance du 7 mars.

» J'ai d'abord rappelé les exemples irrécusables de mouvements ascensionnels au-dessus du sol, dans l'axe même d'un mouvement tourbillonnaire aérien, que j'avais publiés il y a huit ans dans une Notice intitulée : *Contributions à l'étude de la grêle et des trombes aspirantes* ([1]), et j'ai rapproché ces exemples bien authentiques des expériences récentes faites à Pantin par M. Weyher et sur lesquelles notre Collègue M. Mascart a présenté un Rapport à l'Académie, dans la séance du 21 février.

» J'ai donc traité, dans ma Note du 7 mars, de cette espèce spéciale de tourbillons aériens que tous les physiciens désignent sous le nom de *trombes aériennes terrestres* ou *marines* et qui présentent des différences assez caractéristiques avec les grands mouvements tourbillonnaires ou cycloniques, pour que je sois autorisé à discuter leur constitution possible ou probable sans qu'on puisse m'objecter que je n'ai pas tenu compte des caractères suivants indiqués par M. Faye ([2]) : « que sur notre hémisphère

---

([1]) *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle de Genève;* juillet 1879.
([2]) Note de M. Faye, du 14 mars, p. 736 et 737.

» le fuseau tournerait *nécessairement* dans le sens de la rotation terrestre, » qu'il voyagerait à grande vitesse par-dessus les continents et les mers, » par exemple des États-Unis en Europe *et jamais dans le sens inverse*, enfin » qu'il serait alimenté pendant ce long trajet de manière à durer des se- » maines entières tout en exerçant sur le sol une action mécanique prodi- » gieuse. »

» Les réponses seront faciles, et d'abord M. Faye lui-même m'en fournit une partie, puisqu'il dit dans sa Notice intitulée : *Défense de la loi des tempêtes* (*Annuaire* de 1875, à la page 508, au bas) : « Les tornados tournent » dans le même sens que les cyclones, *on ne sait rien de général sur le sens* » *de giration des trombes*. »

» Voilà pour le sens de la giration.

» Quant à « voyager à grande vitesse par-dessus les continents et les » mers, par exemple des États-Unis en Europe, c'est-à-dire de l'ouest à » l'est, et *jamais en sens contraire* », tous ceux qui ont eu des occasions fréquentes de voir et de suivre la marche des trombes sur terre et sur mer (et je suis du nombre) savent que les trombes proprement dites sont parfois à peu près stationnaires pendant plusieurs minutes et, dans quelques cas, pendant quelques heures.

» Ainsi, dans ma Notice de 1879, j'ai cité les expériences fort intéressantes que M. Raoul Pictet, de Genève, a faites, le 2 juin 1873, dans le désert de l'Abassieh, à 3^{km} au nord-est du Caire. M. Pictet était à cette époque professeur de Physique au Caire, ayant un cabinet à sa disposition, et était bien capable de faire des observations exactes. Il s'était muni de nombreux instruments et a assisté à la *formation*, au *déplacement* et à la *disparition* d'une de ces trombes de poussière assez fréquentes en été dans cette plaine, recouverte en partie par un ancien limon du Nil.

» M. Pictet a mis à ma disposition les notes qu'il avait prises sur place ou complétées immédiatement après les expériences terminées. Il a assisté, par un temps remarquablement calme, à la formation d'une trombe au sommet d'un petit mamelon qu'il savait, à la suite de visites antérieures, être le lieu assez fréquent de la formation d'une trombe de poussière. Sur ce sol, la température moyenne après 10^h du matin était de 84°C., jusqu'à quelques centimètres de profondeur. La température de l'air, mesurée sur un thermomètre à l'ombre, placé à $1^m,50$ au-dessus du sol, était de 34° à 35°. A $10^h 15^m$, la trombe de poussière commence à se former; à $10^h 30^m$, elle paraît s'élever à près de 20^m; à $10^h 40^m$, le mouvement tourbillonnaire est apprécié au moyen de feuilles de papier blanc

dont la vitesse rotative atteint 10^m à 14^m par seconde; à 11^h, la trombe, dont les parties supérieures sont fort peu distinctes, paraît s'élever à 400^m ou 500^m, etc. Un thermomètre est plongé dans la partie inférieure de la trombe et marque 51°.

» Cette trombe, après être restée sensiblement stationnaire pendant plus d'une heure et demie, se meut très lentement du sud au nord par l'effet d'une faible brise. M. Pictet peut la suivre en marchant à une vitesse de moins de 1^m. A midi, la trombe devient de nouveau stationnaire, elle paraît s'élever à près de 1000^m, des feuilles de papier blanc tourbillonnent jusqu'à une grande hauteur, etc.

» La trombe ne se déplace avec vitesse que vers 3^h, par l'effet du vent de mer qui la chasse vers la chaîne du Mokatan, où elle disparaît.

» En juillet 1863, pendant un séjour à Naples, où j'étais logé à l'hôtel Crocelle, quai Chiatamone (¹), j'ai pu voir, à 800^m ou 900^m de distance, à la suite d'un orage et d'une pluie diluvienne, une trombe colossale, presque cylindrique, joignant les nuages à la mer et produisant un énorme buisson s'élevant à environ 15^m à 20^m au-dessus du niveau de la mer; *elle cheminait exactement du sud au nord;* sa vitesse était sensiblement égale à celle des bateaux à vapeur de moyenne vitesse, que je voyais presque chaque jour suivre le même trajet. J'ai pu, par conséquent, l'observer pendant quelques minutes, avec une bonne lunette; en arrivant près de la rive du quartier de Mercato, elle s'est dissoute assez rapidement.

» Le numéro de février de l'*Astronomie populaire* de M. C. Flammarion a publié une observation très intéressante faite à Marseille le 17 septembre 1886, à 5^{h}30^m du soir, par M. Augustin Payan, membre de la Société scientifique Flammarion, à Marseille, sur cinq trombes qui se sont produites successivement à l'ouest de la pointe du cap Croisette et de la Madrague. M. Payan, placé près de la mer, sur la route du Prado, à une distance approximative de 4^{km} de ces trombes, les a suivies très attentivement pendant toute leur durée.

» Cet observateur a eu l'obligeance de répondre à une série de questions complémentaires que je lui ai adressées et de m'envoyer une Carte au $\frac{1}{80000}$ des environs de Marseille, sur laquelle il a tracé, à ma demande, la direction très approximative du vent et celle de la marche des cinq trombes; toutes les cinq ont cheminé dans le même sens, *c'est-à-dire de*

(¹) L'hôtel Crocelle est distant de 580^m du fort de l'Œuf; la trombe était environ 300^m plus loin.

l'est à l'ouest, et par conséquent dans une direction opposée à celle que M. Faye semble vouloir assigner à tous les grands mouvements tourbillonnaires quelconques, tornados, cyclones ou trombes, lorsqu'il dit, à la page 736 de sa Note du 14 mars, « qu'un fuseau de trombe aérienne doit, » dans notre hémisphère, marcher de l'ouest à l'est, *et jamais en sens in-* » *verse* ».

» Ainsi, la trombe étudiée par M. Pictet, près du Caire, est restée visible *et à peu près stationnaire pendant cinq heures de suite,* puis elle a obéi à l'action du vent de mer qui l'a poussée dans la *direction du sud.* La trombe que j'ai vue passer près du quai de Chiatamone, *cheminait exactement du sud au nord,* et les cinq trombes, presque simultanées, que M. Payan a pu bien observer près de Marseille, ont toutes cheminé *de l'est à l'ouest.*

» Je pourrais citer des centaines d'autres faits qui prouvent que les trombes ont en vitesse et en direction des allures absolument différentes de celles que M. Faye leur assigne, lorsqu'il les assimile aux grands mouvements des tornados et des cyclones; mais cette énumération dépasserait les limites assignées à cette Note; d'ailleurs, trois exemples bien constatés par deux professeurs de Physique, qui ont fait leurs preuves, et par un observateur au courant des phénomènes météorologiques suffiront pour les lecteurs qui n'ont pas de parti pris, et pourront leur démontrer que *le « jamais » de mon éminent Collègue et l'assimilation trop absolue de sens de rotation, de direction et d'allure qu'il semble vouloir établir dans sa Note du 14 mars entre les tornados et les cyclones, d'une part, et les trombes terrestres ou marines, d'autre part, ne peuvent subsister devant des faits patents* et qu'on ne pourrait nier qu'en traitant d'imposteurs ou d'hallucinés ceux qui les ont vus, étudiés et décrits.

» Les trombes ordinaires diffèrent aussi des tornados et des cyclones par leur durée; en général, cette durée est courte pour les trombes : quelques minutes, rarement une heure, sauf les cas des trombes de poussière dans les pays voisins de la zone torride, lorsque, par des temps calmes et sereins, la croûte superficielle du sol poussiéreux se maintient pendant quelques heures à une température de près de 50° au-dessus de celle de la couche d'air la plus voisine du terrain; c'est dans cette différence de température que réside la puissance motrice qui fait durer pendant quelques heures de jour la giration et le mouvement ascensionnel de ces trombes de poussière, comme je l'ai déjà indiqué dans ma Notice de 1879.

» Si la généralisation des phénomènes physiques et mécaniques a fait découvrir des lois importantes, elle a presque toujours aussi conduit à

des théories erronées quand elle a été poussée à l'excès. A des lois adoptées un peu précipitamment au commencement de ce siècle a succédé une époque de vérifications contradictoires et de nouvelles observations plus précises qui ont démontré, par des faits irrécusables, que ces lois trop généralement admises n'étaient justifiées que dans des limites parfois assez restreintes. Les physiciens doivent se garer des idées trop absolues et accueillir avec bienveillance les faits nouveaux qui se produisent et restreignent à leurs justes limites les théories trop générales, appliquées à des faits analogues en apparence, mais dissemblables en réalité.

» Les expériences faites tout récemment avec soin, sur des mouvements tourbillonnaires dans l'air et dans l'eau, ne peuvent être repoussées comme inutiles, quoique faites à une échelle restreinte : elles doivent au contraire être multipliées et variées, comme offrant aux amis des Sciences physiques et mécaniques un champ nouveau d'étude et d'observation.

» Dans ma Note du 7 mars, après avoir montré l'analogie remarquable des faits de tourbillons aériens ascensionnels produits à Pantin sur une échelle restreinte par M. Weyher, et dont M. Mascart a rendu compte à l'Académie dans la séance du 21 février, je disais :

» Dans l'intérieur d'une masse d'eau très étendue, si l'on pouvait produire un mouvement rotatif à axe vertical, d'une certaine intensité, et long de quelques mètres, il se produirait très probablement un effet analogue; et, si la vitesse angulaire de rotation de la masse tournante avait son maximum près du milieu de la longueur de l'axe métallique immergé, on verrait dans l'eau, le long de cet axe, deux courants de sens contraires : un courant liquide ascendant dans la moitié inférieure et un courant liquide descendant dans la moitié supérieure.

» Je viens de réaliser cette expérience à Genève, avec deux agitateurs rotatifs différents, plongeant dans deux réservoirs de volumes très différents, et elle m'a donné exactement la solution que j'avais prévue, c'est-à-dire un double mouvement tourbillonnaire : un ascendant dans la partie inférieure et l'autre descendant dans la partie supérieure.

» Le plus petit de ces appareils me paraît mériter d'être reproduit et acquis par la plupart des cabinets de Mécanique ou de Physique; il peut être établi à un prix peu élevé et montrer de loin, aux assistants d'un cours, la formation d'une petite trombe ascendante ou, à volonté, d'une double trombe, l'une descendante à la partie supérieure et l'autre ascendante à la partie inférieure du réservoir; c'est ce qui m'engage à en donner, à la fin de cette Note, un dessin et une explication détaillée.

» Ma Note publiée dans le compte rendu de la séance du 28 mars

(p. 880) constatait déjà *que j'avais fait à Genève une expérience démontrant qu'il peut exister dans un liquide un tourbillon à axe vertical et à mouvement ascensionnel,* et j'ajoutais que je faisais construire un grand réservoir pour comparer l'effet de divers agitateurs rotatifs, ceux composés de jets tangents à un très petit cercle central et ceux munis de palettes ([1]).

Appareil de petite dimension pour des démonstrations de cours.

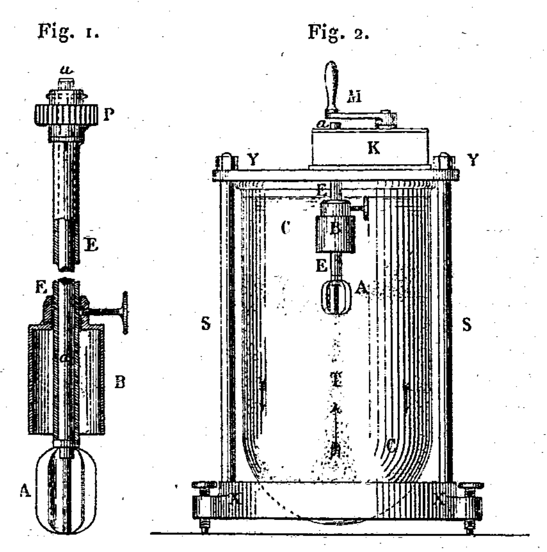


Fig. 1. — Vue générale de l'appareil à l'échelle de $\frac{1}{8}$.
A, agitateur à palettes et à mouvement rotatif.
aa, son axe de rotation.
B, capuchon glissant le long de *aa* et pouvant recouvrir partiellement l'agitateur A.
CC, cloche en verre pouvant avoir $0^m,25$ à $0^m,30$ de diamètre, sur $0^m,45$ à $0^m,50$ environ de hauteur.
X, Y, plateaux en bois servant de supports.
S, S, tiges en fer qui relient ces deux plateaux.
K, caisse en tôle contenant une roue dentée et un pignon P quatre fois plus petit en diamètre.
EE, tube servant à maintenir l'axe *a* du pignon P et de l'agitateur.

Fig. 2. — Les pièces de l'agitateur à l'échelle de $\frac{1}{2}$.

» J'ai fait depuis lors plusieurs expériences variées ; j'ai essayé compa-

([1]) Par suite d'une erreur de lecture d'une des lettres que j'ai reçues de M. Weyher, j'ai dit dans ma Note du 28 mars (p. 881) que cet ingénieur avait réussi, d'après mes indications du 7 mars, à exécuter des tourbillons ascendants dans un liquide. M. Weyher ne me parlait dans ses lettres que de ses essais de trombes aériennes et faisait seulement allusion aux projets d'expériences dans les liquides, que j'avais annoncées dans ma Note envoyée à l'Académie le 3 mars.

rativement un agitateur rotatif à petits jets liquides de 1^{mmq} de section, sous une pression de 4^{atm} à 5^{atm}, et un petit agitateur rotatif à six palettes, chaque palette ayant $0^m,01$ de largeur sur $0^m,03$ de hauteur.

» J'ai aussi employé trois réservoirs cylindriques de dimensions variées: le plus petit avait $0^m,28$ de diamètre et $0^m,50$ de hauteur; le second $0^m,34$ de diamètre et $0^m,54$ de hauteur; le troisième était un cuvier muni de fenêtres vitrées, ayant $0^m,70$ de diamètre et $0^m,90$ de hauteur.

» La similitude des effets obtenus avec ces agitateurs rotatifs à jets, ou à palettes, et ces trois réservoirs de volumes si différents a de l'importance, puisqu'elle permet de conclure que, dans une masse liquide plus considérable, les mêmes effets se produiraient, pourvu que les dimensions des agitateurs rotatifs fussent convenablement augmentées.

» Pour rendre visibles les tourbillons ascendants liquides, je me suis servi, après plusieurs essais, de sciure d'un bois dense, gaïac, ou bois de fer, mélangée d'un peu de sciure d'un bois moins dense, sapin, hêtre, etc. Cette sciure doit être préalablement lavée à l'eau chaude pour en séparer les poussières et l'air. Il faut éviter d'en mettre une trop grande quantité, qui nuirait à la transparence.

» La vitesse de l'agitateur à palettes doit être réglée d'après ses dimensions: pour une cloche de verre contenant 25^{lit} à 30^{lit} et un agitateur à six palettes, ayant chacune 3^{cmq}, une vitesse de 4 à 5 tours par seconde est suffisante.

» La forme du fond du vase a une certaine importance: pour les expériences qui doivent être prolongées, ce fond doit être concave à l'intérieur, afin que la sciure s'y accumule de nouveau pendant la rotation et continue de dessiner à l'œil la trombe ascendante inférieure.

» Lorsque le fond du réservoir est plat, comme était celui du cuvier, le fond se dépouille peu à peu de sciure à partir du centre, et on voit les fragments de sciure plus éloignés courir horizontalement sur le fond dans des directions aboutissant au centre du pied de la trombe; celle-ci, après les avoir attirés, leur communique un mouvement giratoire, les soulève et les fait monter rapidement jusqu'à la hauteur de l'agitateur rotatif. »

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires faites à Rome pendant le premier trimestre de l'année* 1887. Note de M. **Tacchini.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une première Note sur les observations solaires faites à Rome pendant le premier trimestre de l'année 1887.

» Pour les taches et les facules le nombre de jours d'observation a été de 72, savoir : 23 en janvier, 23 en février et 26 en mars.

1887.	Fréquence relative des taches.	Fréquence des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Janvier.......	2,87	0,26	9,35	11,52	1,17
Février.......	3,35	0,26	7,83	10,09	1,32
Mars.........	1,00	0,62	3,35	16,00	0,42

» En comparant ces résultats aux nombres insérés dans ma Note du 24 janvier 1887, on voit que la période du minimum d'activité, si marquée en novembre 1886, a continué pendant le premier trimestre de l'année 1887, et l'on pourrait même dire qu'on a constaté une diminution du phénomène; car la fréquence des taches est plus petite, et leur étendue est réduite de moitié. Je dois encore signaler les périodes sans taches des 11-18 janvier, 7-16 février et 2-8 mars.

» Voici les résultats des observations sur les protubérances :

1887.	Nombre de jours d'observations.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Janvier..........	18	6,4	44″,2	1°,6
Février..........	19	7,1	45,0	1,4
Mars............	22	6,3	45,2	1,6

» Le phénomène des protubérances solaires est donc aussi en diminution comme les taches. La plus grande hauteur d'une protubérance a été observée le 2 mars, elle était de 24″. Pas de phénomènes chromosphériques dignes d'une mention spéciale. »

THERMODYNAMIQUE. — *Étude thermodynamique des propriétés générales de la matière.* Mémoire de M. **Félix Lucas.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Phillips, Cornu, Sarrau.)

« Considérant un corps dont l'état soit déterminé par le volume V et la pression P, j'établis directement, au moyen du principe d'équivalence et du théorème de Carnot, la formule connue

$$dS = \frac{A(P\,dV + dU)}{T}, \tag{1}$$

A désignant l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur, U l'énergie mécanique intérieure, T la température absolue et S l'entropie.

» J'en déduis les deux équations aux dérivées partielles

$$\frac{dT}{dP}\frac{dU}{dV} - \frac{dT}{dV}\frac{dU}{dP} = T - P\frac{dT}{dP}, \tag{2}$$

$$\frac{dT}{dP}\frac{dS}{dV} - \frac{dT}{dV}\frac{dS}{dP} = A, \tag{3}$$

qui, si l'on suppose T connu en fonction de V et de P, peuvent être respectivement intégrées par rapport à U et par rapport à S.

» Soient les deux intégrales particulières

$$U' = \int_{V_0}^{V} \frac{T - P\frac{dT}{dP}}{\frac{dT}{dP}}\,dV, \tag{4}$$

et

$$U'' = -\int_{P_0}^{P} \frac{T - P\frac{dT}{dP}}{\frac{dT}{dV}}\,dP, \tag{5}$$

les intégrations étant effectuées suivant des parcours isothermiques, V_0 et P_0 désignant deux valeurs particulières de V et de P. On peut donner à l'intégrale générale l'une ou l'autre des deux formes

$$U_1 = U' + \chi_1(V_0, T), \tag{6}$$

$$U_2 = U'' + \chi_2(P_0, T), \tag{7}$$

χ_1 et χ_2 désignant deux fonctions dont la nature se trouvera déterminée pour chaque corps si l'on fait représenter à U_1 et à U_2 l'énergie intérieure; on doit, en outre, avoir dans ce cas

$$(8) \qquad U' - U'' = \chi_2(P_0, T) - \chi_1(V_0, T).$$

» Les équations (6) et (7), différentiées par rapport à V et par rapport à P, donnent immédiatement les formules de W. Thomson relatives aux paramètres l et h. En prenant les dérivées par rapport à T, on obtient, pour les chaleurs spécifiques sous volume constant et sous pression constante, les expressions

$$(9) \qquad c = A\left[\frac{dU'}{dT} + \chi_1'(V_0, T)\right],$$

$$(10) \qquad C = A\left[\frac{dU''}{dT} + \chi_2'(P_0, T) + \frac{P}{\frac{dT}{dV}}\right]$$

qui sont, aux notations près, celles que M. Phillips a obtenues en 1878 en intégrant deux équations linéaires aux dérivées partielles du premier ordre qui régissent les chaleurs spécifiques [1]. La différence $(C - c)$ est, d'après la formule (8), complètement déterminée lorsque la fonction T est connue; mais il faut connaître, en outre, l'une des fonctions χ_1 ou χ_2 pour déterminer c, C et U.

» On peut, d'autre part, intégrer l'équation (3) pour obtenir l'entropie S. J'arrive de cette manière à l'expression

$$(11) \qquad S = A\int_{V_0}^{V} \frac{dP}{dT}\,dV + A\int \frac{\chi_1'(V_0, T)}{T}\,dT,$$

la première intégrale du second membre étant effectuée suivant un parcours isothermique.

» La fonction caractéristique H de M. Massieu a pour expression

$$(12) \qquad H = A\int_{V_0}^{V} P\,dV + AT\int \frac{\chi_1'(V_0, T)}{T}\,dT - A\chi_1(V_0, T),$$

la première intégrale étant prise suivant un parcours isothermique.

» La formule (6) rend l'énergie interne décomposable d'une infinité de manières en deux parties, dont l'une est fonction de la température seu-

---

[1] *Comptes rendus*, 27 mai et 13 juin 1878.

lement, tandis que l'autre est fonction de deux variables indépendantes. Je fais ressortir l'incompatibilité de cette division avec la nature physique ou mécanique de l'énergie interne et j'arrive à la conséquence suivante :

» *Pour que la température absolue et l'énergie intérieure puissent être considérées comme des fonctions du volume et de la pression d'un corps, il est nécessaire que la température absolue soit égale au produit de la pression par une fonction du volume* ou, en d'autres termes, *que l'énergie intérieure soit une fonction de la température seulement.*

» Les expressions de S et de H deviennent alors

$$S = A\int \frac{dV}{f(V)} + A\int \frac{\chi'(T)}{T}\,dT, \tag{13}$$

$$H = AT\int \frac{dV}{f(V)} + AT\int \frac{\chi'(T)}{T}\,dT - A\chi(T). \tag{14}$$

» On trouve, d'ailleurs, pour les chaleurs spécifiques,

$$\begin{cases} c = A\chi'(T), \\ C - c = \dfrac{A}{f'(V)} \cdot \text{»} \end{cases} \tag{15}$$

THÉRAPEUTIQUE. — *De l'antipyrine contre la douleur.* Note de M. **Germain Sée.**

« L'antipyrine, découverte par Knorr, en 1884, a pour formule $C^{11}A^{12}Az^2O$, et pour mode d'action un pouvoir réfrigérant rapide, mais passager, dans les fièvres où elle ne saurait d'ailleurs lutter avec la quinine; c'est à ce titre d'antithermique qu'elle a aussi été employée contre le rhumatisme fébrile, où elle peut soutenir le parallèle avec le salicylate de soude, qui, dans les cas graves, agit néanmoins plus sûrement, plus vite, quoique peut-être avec quelques inconvénients. Mais cette propriété hypothermique ne présente plus aujourd'hui qu'un intérêt secondaire en regard des effets remarquables que nous avons vu se produire sur d'autres éléments morbides que la fièvre, particulièrement sur la douleur. Pour s'en assurer, il suffit d'appliquer le remède à ce genre d'affections rhumatismales ou goutteuses qui ne sont marquées que par l'arthrite douloureuse, ou mieux encore aux états nerveux qui ne sont caractérisés que par la douleur.

» Or, sur quinze malades affectés de rhumatisme lent et sans fièvre avec ou sans hydarthrose, qui avaient été traités inutilement par les pointes de feu, par le salicylate de soude, la douleur avec l'engorgement articulaire disparut en quelques jours, sans récidive aucune, quand on eut le soin de continuer encore la médication à petite dose pendant une semaine environ. Les mêmes effets furent observés dans les accès de goutte aiguë, greffés ou non sur la goutte chronique avec dépôts uratiques; l'antipyrine à la dose de 4^{gr} à 6^{gr} fit cesser la douleur et le gonflement articulaire en deux à quatre jours, sans produire sur le cœur et les reins le moindre dommage.

» Mais c'est surtout dans les troubles nerveux de la sensibilité que l'antipyrine produit le maximum d'action. Une première série de quatorze observations relatives aux douleurs de tête porte sur quatre cas de névralgies faciales, dont une invétérée, qui cédèrent rapidement; six migraines anciennes et répétées, dont cinq guérirent en deux heures de temps à l'aide de 2^{gr} d'antipyrine; une seule résista au traitement, que la malade ne put pas supporter (voir des faits analogues récemment cités par Chromjakow et par White); la série se complète par des céphalées dues à la croissance ou à d'autres causes.

» Une deuxième série comprend dix-huit névralgies ou névrites, et des douleurs musculaires, à savoir cinq cas de sciatiques (des observations de ce genre ont été publiées dans ces derniers mois par Ungar et Martius), des névrites graves, surtout chez des diabétiques, des névrites dues au zona, et dont deux sur trois cessèrent immédiatement; puis des observations de lumbago datant d'une à plusieurs semaines, enfin des douleurs nervo-musculaires dorsales ou généralisées, telles qu'on les trouve si souvent chez les individus surmenés ou névropathiques.

» A ces diverses catégories d'états douloureux, il faut ajouter une grave affection caractérisée par les douleurs les plus persistantes et rebelles, qui marquent à son début l'ataxie locomotrice, et se localisent, d'après MM. Vulpian et Charcot dans la moelle épinière, d'après des recherches plus récentes, dans les nerfs périphériques.

» Il y a quelques mois, Lépine de Lyon avait déjà annoncé l'antipyrine comme un médicament nervin capable de calmer les douleurs fulgurantes; puis il reconnut le même pouvoir à une substance antithermique récemment découverte, à savoir l'antifébrine ou acétanilide. C'est un moyen précieux, mais difficile à manier, parce qu'il est inefficace au-dessous de $0^{gr},50$, et toxique au delà de $1^{gr},5$; il est dangereux, surtout parce qu'il provoque constamment, déjà au bout d'une heure, de graves altérations;

le sang devient d'un brun-chocolat, se dénature par la production de méta-hémoglobine dans les globules sanguins, et se dépouille d'une partie de son oxygène; par cela même, la peau prend une coloration livide effrayante, qui rappelle de tous points les phénomènes de l'asphyxie; c'est ce que dit Lépine lui-même dans un Mémoire qui a paru il y a cinq jours.

» L'antipyrine est supérieure à l'antifébrine; elle conduit aux mêmes résultats et calme ces violents élancements sans exposer le malade au moindre danger; j'en ai eu la preuve dans quatre cas anciens de maladie de la moelle épinière; un cinquième cas résista aux deux médicaments.

» Il me reste à mentionner les maladies du cœur, de l'aorte et des artères cardiaques, qui se traduisent par des douleurs souvent angoissantes à la pointe ou à la base du cœur, et des irradiations dans l'épaule, le cou, le bras gauche. Chez six aortiques cardiaques et trois anévrysmatiques, les douleurs cédèrent sous l'influence de 4^{gr} à 5^{gr} d'antipyrine.

» Dans tous ces genres de maladies si diverses, et que rien ne rapproche que la douleur, la dose nécessaire d'antipyrine a été de 3^{gr} au moins et de 6^{gr} au plus, qu'on administra à une ou trois heures d'intervalle, par doses de 1^{gr} dans un demi-verre d'eau glacée. De cette façon le médicament ne produit aucun effet préjudiciable, si ce n'est parfois des nausées et des vomissements ou des vertiges passagers; il importe alors de fractionner la dose par demi-grammes. On n'observe en général aucun trouble dans les fonctions de l'organisme; la respiration reste naturelle, le cœur conserve son rythme régulier; enfin, fait remarquable, la température et la transpiration cutanée ne se modifient pas, tandis que les fiévreux éprouvent par l'antipyrine, de même par l'antifébrine et par tous ces moyens appelés faussement *fébrifuges*, des sueurs énormes avec une réfrigération souvent dangereuse.

» L'inconvénient le plus sérieux, qu'on observe surtout par la prolongation ou l'intensité du traitement, consiste dans une éruption semblable à l'urticaire ou à la scarlatine; dès qu'on réduit la quantité, l'éruption disparaît.

» Dans tous les cas le médicament s'élimine en nature par les urines: on peut, en les décolorant par le charbon, retrouver l'antipyrine à l'aide du perchlorure de fer, qui leur communique une teinte rouge très prononcée, et cela pendant un à deux jours encore après la cessation du médicament.

» Mêmes phénomènes sur les animaux; d'après l'expérimentation pratiquée avec Gley, l'antipyrine, injectée à la dose de 1^{gr} à 2^{gr} sous la peau d'un lapin ou d'un chien, produit une véritable analgésie dans le membre

injecté, et souvent du côté opposé. Sur la grenouille antipyrinée (0,01 à 0,02) l'excitation électrique du nerf sciatique ne produit plus qu'une contraction réflexe enregistrée, très amoindrie du côté opposé, ce qui indique un affaiblissement du pouvoir réflexe de la moelle épinière. Si l'on empoisonne l'animal, à l'exception d'un seul membre dont on lie l'artère, on voit que les muscles anti-pyrinés se contractent lentement, difficilement, tandis que le membre préservé conserve à peu près intacte sa contractilité; ceci prouve une action sur les terminaisons des nerfs.

» Ajoutons un fait d'une haute portée, à savoir la complète intégrité du cœur, qui reste pour ainsi dire indifférent aux doses thérapeutiques, et une très légère modification de la pression sanguine intravasculaire dans le sens de la vaso-dilatation.

» Ainsi, l'expérimentation physiologique vient confirmer toutes les données de l'observation clinique. L'antipyrine peut être considérée scientifiquement comme un des médicaments les plus efficaces, et en même temps inoffensifs, contre la douleur. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 23 février 1887.* Note de M. **J.-L. Soret.** (Extrait d'une Lettre à M. Mascart.)

(Renvoi à la Commission.)

« Parmi les renseignements que j'ai recueillis sur le tremblement de terre du 23 février, une observation, que je dois à l'obligeance de M. de la Morinière, receveur des postes à Cannes, me paraît présenter un assez grand intérêt.

» Dans le Bureau des téléphones de Cannes se trouve ce qu'on appelle le *tableau des abonnés,* sur lequel sont disposés les numéros correspondant aux divers fils téléphoniques. Un indicateur, ou clapet, cache chaque numéro, qu'il découvre en tombant dès que l'abonné appelle, c'est-à-dire dès qu'il lance un courant électrique. Or, à Cannes, les dames employées au service du téléphone, en entrant au bureau à 8^h du matin, le 23 février, ont constaté que tous les indicateurs des abonnés étaient tombés. Au contraire, les indicateurs qui ne sont pas encore en communication avec des fils, et qui sont réservés pour les nouveaux abonnés à venir, sont restés en place, bien que leur facilité de mouvement soit tout aussi grande que celle

des indicateurs en service. Ce fait paraît indiquer que des courants électriques se sont produits, probablement au moment de la secousse de $5^h 40^m$ du matin [1].

» La détermination de l'heure exacte des secousses, qui est si importante dans l'étude des tremblements de terre, présente généralement de grandes difficultés en France. Ainsi, pour les secousses du 23 février, en exceptant les indications provenant de quelques observatoires astronomiques, les renseignements sont fort divergents à cet égard. Cela tient en grande partie à ce qu'un peu partout on se règle sur l'*heure des chemins de fer*. Or les horloges des gares, pour lesquelles il y a d'ailleurs une tolérance d'une ou deux minutes, donnent lieu à de perpétuelles confusions. L'heure des horloges placées sur la voie, ou heure intérieure, est systématiquement en retard de cinq minutes sur le temps moyen de Paris; les horloges placées dans le bâtiment même de la gare sont censées donner l'heure de l'observatoire de Paris; les grandes horloges dans la cour des gares sont généralement tenues en avance sur l'heure de Paris, et cela d'une manière arbitraire et très variable suivant les localités. Le public se trompe à chaque instant au milieu de ces indications diverses. D'autre part, les horloges des bureaux télégraphiques ne sont pas constamment bien réglées et ne sont pas toujours en vue de l'extérieur.

» Il serait bien à désirer qu'il fût pris des mesures administratives pour que partout en France on pût avoir l'heure avec quelque précision. Ce serait utile à l'industrie horlogère comme aux observations d'un ordre scientifique. Il n'y a aucune difficulté insurmontable à obtenir ce résultat, tout au moins dans tous les endroits où se trouve une station télégraphique [2]. »

M. Chapel soumet au jugement de l'Académie une Note « Sur le rôle de l'électricité dans les tremblements de terre ».

(Renvoi à la Commission.)

---

(1) M. de la Morinière ajoute cependant que dans le Bureau des télégraphes, situé dans une autre maison, une sonnette d'appel très sensible aux moindres effluves orageuses n'a donné aucun signal.

(2) Dans ma Note sur le tremblement de terre du 23 février, insérée dans les *Comptes rendus* du 14 mars 1887, page 764, dernière ligne, une faute d'impression me fait dire que l'ébranlement du sol, à Genève, a commencé « vers $5^h 45^m 45^s$ du matin »; c'est : « vers $5^h 41^m 45^s$ du matin » qu'il faut lire.

M. **Levi** adresse une Note « Sur une cause possible des tremblements de terre ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **Carlos Rosas Morales** adresse, de Lima, une Note complémentaire à sa Théorie des tremblements de terre.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. **Germain Sée** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *G. Rayet* portant pour titre : « Notes sur l'histoire de la Photographie astronomique ». (Présentée par M. Faye.)

ASTRONOMIE. — *Sur des instruments à lunette fixe, équivalents au cercle méridien ou à l'équatorial.* Note de M. **C. Rozé**, présentée par M. Faye.

« Les instruments méridiens sont considérés comme les plus propres à la détermination précise des coordonnées absolues des astres. Leur position, relative à l'axe du monde et à la verticale du lieu, est définie par les constantes instrumentales dont les valeurs se concluent de l'observation du pôle et du nadir, ainsi que des lectures du niveau; on contrôle la solidarité avec la Terre par l'observation des mires ou collimateurs.

» Les variations incessantes et très sensibles dont ces constantes sont affectées peuvent être attribuées à des changements dans la forme ou dans la position de l'instrument, à des déformations de la surface de la Terre, enfin à des phénomènes accessoires dépendant du mouvement de rotation de celle-ci.

» Pour l'étude de ces diverses causes, il serait intéressant de disposer d'instruments puissants, par conséquent formés de lunettes de grandes dimensions, et cependant aussi peu déformables et aussi invariablement liés au sol que possible.

» Préoccupé de rattacher à la théorie du mouvement de rotation de la Terre les anomalies que présentent les observations des circompolaires voisines du pôle, et, pour cela, cherchant les moyens de mettre ces anomalies mieux en évidence, j'ai projeté, depuis longtemps, l'établissement d'un instrument spécial, formé d'une lunette fixe dirigée vers le pôle visible (¹). Ainsi, on pourrait accroître la distance focale, l'ouverture de l'objectif, l'étendue du champ autant qu'il paraîtrait utile, et, d'ailleurs, accumuler les garanties de solidarité avec le sol, à l'égard des causes multiples qui interviennent. Devant cette simple lunette se place, à volonté, un miroir plan perpendiculaire au méridien et mobile, comme la lunette méridienne, par le moyen d'un axe de rotation construit et installé de même. L'instrument méridien, ainsi constitué, offre des facilités particulières pour l'application des divers moyens de contrôle indispensables, et pour l'évaluation des constantes instrumentales par les procédés usités.

» En dehors de l'objet qui vient d'être indiqué, il y a lieu de remarquer que cet instrument ressortit à un type plus général.

» Si l'axe de rotation du miroir, toujours orthogonal à l'axe du monde, est incliné à l'horizon, on observe dans un méridien différent de celui du lieu; si, en outre, le miroir et son axe sont mobiles autour d'une parallèle à l'axe du monde, l'instrument devient un équatorial. Il est évident qu'un tel équatorial n'est pas utilisable pour toute l'étendue du ciel visible, et doit être spécialisé à l'étude de certaines régions. La lunette peut d'ailleurs être dirigée vers le pôle sud, ou vers le pôle nord; dans le premier cas, l'incidence sur le miroir est égale à la moitié de la distance polaire de l'astre, comptée à partir du pôle nord, et dans le second, à la moitié du supplément de cet angle. Un couple de deux instruments inverses permettrait de limiter l'angle d'incidence à un demi-droit, si on le jugeait avantageux.

(¹) Ce projet est sommairement indiqué à la suite d'une Note déposée à l'Académie, sous pli cacheté, dans la séance du 16 octobre 1871 (voir *Comptes rendus*, t. XCV, p. 327).

» Les propriétés spéciales à ce système pourraient peut-être conduire à des appropriations différentes de celle que j'avais plus particulièrement en vue. »

GÉOMÉTRIE. — *Théorèmes sur les surfaces gauches.* Note de M. E. AMIGUES.

« 1. Si une surface gauche a pour ligne de striction une droite, les génératrices rectilignes coupent cette droite sous le même angle.

» Réciproquement, si les génératrices rectilignes d'une surface gauche coupent une même droite sous le même angle, cette droite est la ligne de striction de la surface. En particulier, dans un conoïde droit, la ligne de striction est l'axe du conoïde.

» 2. Si une surface gauche a pour ligne de striction une droite, et si le paramètre de distribution y est le même pour toutes les génératrices, on peut appliquer cette surface sur une infinité de surfaces définies comme il suit : les génératrices d'une de ces surfaces sont tangentes à un cylindre de révolution. A la ligne de striction est une hélice tracée sur ce cylindre; les génératrices coupent cette ligne de striction sous un angle constant et le paramètre de distribution est le même pour toutes, conformément au théorème que j'ai déjà donné (*Comptes rendus*, 28 février 1887). L'hélice peut se réduire à un cercle, quand son pas est nul, et la surface est alors la surface gauche de révolution (*loc. cit.*).

» 3. Dans une surface gauche, une ligne asymptotique de la deuxième série ne peut être plane sans être rectiligne.

» 4. Les surfaces gauches qui ont une ligne de courbure plane, et dont les génératrices font un angle constant avec le plan de cette ligne, sont représentées par les équations suivantes

$$x = mz\cos\varphi + \mathfrak{L}\sin(\varphi + \alpha) + \beta,$$
$$y = mz\sin\varphi + q.$$

» Le plan des xy est le plan de la ligne de courbure; q représente une variable indépendante et φ, une fonction arbitraire de q; m, α, β sont des constantes.

» 5. Il existe des surfaces gauches dans lesquelles toutes les sections planes dont le plan est parallèle à un plan convenablement choisi

jouissent de la propriété suivante : tout le long de chacune de ces courbes, le produit des rayons principaux de la surface est constant.

6. Pour qu'une surface gauche soit à plan directeur, il faut et il suffit que la ligne le long de laquelle la somme algébrique des inverses des rayons principaux est nulle contienne une courbe plane à l'infini.

» Si le reste de la courbe est une courbe plane à distance finie, la surface est représentée par les équations suivantes

$$x = az + p,$$
$$y = bz + q.$$

» Le plan des xy est le plan de la courbe plane. L'axe des y est la trace du plan directeur; a est une constante; b une variable indépendante; p et q deux fonctions de b satisfaisant à l'équation

$$(p'q'' - q'p'')(a^2 + b^2 + 1) - 2(ap' + bq')p' = 0.$$

» En posant

$$\frac{q'}{p'} = u,$$

d'où

$$\frac{p'q'' - q'p''}{p'^2} = u',$$

on obtient l'équation

$$u'(a^2 + b^2 + 1) - 2bu - 2a = 0,$$

qui est linéaire.

» Dans le cas particulier où l'on a

$$a = 0,$$

cette équation donne

$$\frac{q'}{p'} = k(b^2 + 1).$$

» Prenons arbitrairement

$$q = f(p),$$

f étant une fonction quelconque. Nous aurons

$$f'(p) = k(b^2 + 1)$$

ou bien

$$b = \sqrt{\frac{1}{k} f'(p) - 1}.$$

» La surface est alors représentée par les équations suivantes

$$x = p,$$
$$y = z\sqrt{\frac{1}{k}f'(p) - 1} + f(p)$$

ou bien par l'équation unique

$$y = z\sqrt{\frac{1}{k}f'(x) - 1} + f(x). »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode élémentaire pour obtenir le théorème fondamental de Jacobi, relatif aux fonctions thêta d'un seul argument.* Note de M. **F. Caspary**, présentée par M. Hermite.

« Dans un Cours professé à l'Université de Kœnigsberg, Jacobi [1] a déduit la théorie des fonctions elliptiques uniquement d'un théorème fondamental, communiqué dans une Lettre adressée à M. Hermite, le 6 août 1845 [2]. La démonstration, un peu longue, donnée par Jacobi de son célèbre théorème, peut être simplifiée extrêmement par la méthode élémentaire que je vais expliquer.

» En employant la désignation élégante que M. Hermite a introduite dans ses excellentes applications des fonctions elliptiques [3], les quatre fonctions thêta d'un seul argument sont définies par la série

$$(1) \qquad \vartheta_{\mu,\nu}(u) = e^{-\frac{\mu\nu i\pi}{2}} \sum (-1)^{m\nu} e^{\frac{i\pi}{K}\left[(2m+\mu)u + \frac{1}{4}(2m+\mu)^2 iK'\right]}.$$

» Supposant μ et ν égaux à zéro ou à l'unité, on a

$$\vartheta_0(u) = \vartheta_{0,1}(u), \quad \vartheta_1(u) = \vartheta_{1,1}(u), \quad \vartheta_2(u) = \vartheta_{1,0}(u), \quad \vartheta_3(u) = \vartheta_{0,0}(u),$$

où $\vartheta_s(u)$ sont les quatre fonctions thêta de Jacobi.

» Si l'on multiplie deux fonctions thêta, dont les arguments soient

---

(1) *Œuvres complètes*, t. I, p. 499.
(2) *Journal de Crelle*, t. 32, p. 177, et *Œuvres complètes*, t. II, p. 116.
(3) Ch. Hermite, *Sur quelques applications des fonctions elliptiques*, p. 65 (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 852).

$u^{(p)}+u^{(q)}$ et $u^{(p)}-u^{(q)}$, on trouve la relation connue

$$(2)\qquad \begin{cases} \vartheta_{\mu,\nu}(u^{(p)}+u^{(q)})\,\vartheta_{\mu,\nu}(u^{(p)}-u^{(q)}) \\ \qquad = \Theta_{0,0}(2u^{(p)})\,\Theta_{\mu,0}(2u^{(q)})+(-1)^{\nu}\,\Theta_{1,0}(2u^{(p)})\,\Theta_{\mu+1,0}(2u^{(q)}), \end{cases}$$

où, dans les fonctions $\Theta_{\mu,\nu}$, le module

$$q=e^{-\frac{\pi K'}{K}}$$

entrant dans les fonctions $\vartheta_{\mu,\nu}$ est remplacé par q^2.

» En prenant μ égal à 0 et à 1 et en posant

$$(3)\qquad A_0^{(n)}=\Theta_{0,0}(2u^{(n)}),\qquad A_1^{(n)}=\Theta_{1,0}(2u^{(n)})\qquad (n=p,\ q),$$

la formule (2) fournit les deux formules suivantes :

$$(4)\qquad \begin{cases} \vartheta_{0,\nu}(u^{(p)}+u^{(q)})\,\vartheta_{0,\nu}(u^{(p)}-u^{(q)}) = A_0^{(p)}A_0^{(q)}+(-1)^{\nu}A_1^{(p)}A_1^{(q)}, \\ \vartheta_{1,\nu}(u^{(p)}+u^{(q)})\,\vartheta_{1,\nu}(u^{(p)}-u^{(q)}) = A_0^{(p)}A_1^{(q)}+(-1)^{\nu}A_1^{(p)}A_0^{(q)}. \end{cases}$$

» D'autre part, en multipliant les deux quantités $A^{(p)}$ et $A^{(q)}$, données pour $n=p$ et q par l'expression

$$A^{(n)}=A_0^{(n)}+(-1)^{\delta(n)}A_1^{(n)},$$

on obtient la relation

$$(5)\qquad \begin{cases} A^{(p)}A^{(q)}=[A_0^{(p)}A_0^{(q)}+(-1)^{\delta'(p)+\delta'(q)}A_1^{(p)}A_1^{(q)}] \\ \qquad\qquad +(-1)^{\delta(q)}[A_0^{(p)}A_1^{(q)}+(-1)^{\delta(p)+\delta'(q)}A_1^{(p)}A_0^{(q)}], \end{cases}$$

qui, à l'aide de (4), prend la forme suivante :

$$(6)\qquad A^{(p)}A^{(q)}=\sum_{\mu}(-1)^{\mu\delta(q)}\vartheta_{\mu}^{(p,q)}\qquad (\mu=0,1),$$

où l'on a posé, pour abréger,

$$(7)\qquad \vartheta_{\mu}^{(p,q)}=\vartheta_{\mu,\delta'(p)+\delta'(q)}(u^{(p)}+u^{(q)})\,\vartheta_{\mu,\delta'(p)+\delta'(q)}(u^{(p)}-u^{(q)}).$$

» Si l'on attribue, dans (6), aux indices p, q les valeurs 1, 2, 3, 4, l'identité évidente

$$(A^{(1)}A^{(2)})(A^{(3)}A^{(4)})=(A^{(1)}A^{(3)})(A^{(2)}A^{(4)})$$

se transforme ainsi

$$(8)\quad \sum_{\mu}(-1)^{\mu\delta^{(2)}}\vartheta_{\mu}^{(1,2)}\sum_{\mu}(-1)^{\mu\delta^{(4)}}\vartheta_{\mu}^{(3,4)}=\sum_{\mu}(-1)^{\mu\delta^{(3)}}\vartheta_{\mu}^{(1,3)}\sum_{\mu}(-1)^{\mu\delta^{(4)}}\vartheta_{\mu}^{(2,4)};$$
$$(\mu=0,1),$$

résultat qui comprend un grand nombre de formules particulières.

» En introduisant les désignations suivantes

$$(9)\quad \begin{cases} u^{(1)}+u^{(2)}=w, & u^{(1)}-u^{(2)}=x,\\ u^{(3)}+u^{(4)}=y, & u^{(3)}-u^{(4)}=z;\end{cases}$$

$$(10)\quad \begin{cases} 2(u^{(1)}+u^{(3)})=2w'=w+x+y+z,\\ 2(u^{(1)}-u^{(3)})=2x'=w+x-y-z,\\ 2(u^{(2)}+u^{(4)})=2y'=w-x+y-z,\\ 2(u^{(2)}-u^{(4)})=2z'=w-x-y+z,\end{cases}$$

et en supposant

$$\delta^{(1)}+\delta^{(2)}=\delta^{(3)}+\delta^{(4)}=\eta,\qquad \delta^{(1)}+\delta^{(3)}=\delta^{(2)}+\delta^{(4)}=\eta',$$

la formule (8), après avoir effectué les multiplications à l'aide de (5), se décompose, à cause de $(-1)^{\delta^{(4)}}=\pm 1$, en deux relations, dont l'une, savoir

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} &\sum_{\mu}(-1)^{\mu\eta'}\vartheta_{\mu,\eta}(w)\,\vartheta_{\mu,\eta}(x)\,\vartheta_{\mu,\eta}(y)\,\vartheta_{\mu,\eta}(z)\\ &\quad=\sum_{\mu}(-1)^{\mu\eta}\vartheta_{\mu,\eta'}(w')\,\vartheta_{\mu,\eta'}(x')\,\vartheta_{\mu,\eta'}(y')\,\vartheta_{\mu,\eta'}(z')\end{aligned}\right\}\quad(\mu=0,1),$$

représente, pour $\eta=\eta'=0$, le théorème fondamental de Jacobi et, pour les trois autres valeurs de η, η', les théorèmes qui en résultent. Par addition et soustraction de ces quatre formules, on obtient aisément

$$(12)\quad \begin{cases} 2\vartheta_{\zeta',\eta'}(w')\,\vartheta_{\zeta',\eta'}(x')\,\vartheta_{\zeta',\eta'}(y')\,\vartheta_{\zeta',\eta'}(z')\\ \quad=\Sigma(-1)^{\zeta\eta'+\eta\zeta'}\vartheta_{\zeta,\eta}(w)\,\vartheta_{\zeta,\eta}(x)\,\vartheta_{\zeta,\eta}(y)\,\vartheta_{\zeta,\eta}(z),\end{cases}$$

où la somme s'étend aux quatre valeurs η, ζ égales à 0, 0; 0, 1; 1, 0; 1, 1. En donnant aux quantités η', ζ' les mêmes quatre valeurs, on arrive à un système de relations entre les fonctions thêta, dont l'analogie avec le système d'équations (10), existant entre les arguments, est parfaite et évidente. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les péninvariants des formes binaires.* Note de M. R. PERRIN, présentée par M. Halphen.

« En communiquant récemment à l'Académie (1) un théorème relatif aux péninvariants de la forme binaire $(a_0, a_1, \ldots, a_n)(x, y)^n$, M. d'Ocagne a mentionné, d'après mes indications, l'existence probable d'une proposition plus générale, dont il a même donné l'énoncé. Je demande à l'Académie la permission de montrer brièvement comment on peut prouver non seulement cette proposition, mais une autre d'un caractère encore plus général, et en déduire quelques conséquences.

» THÉORÈME I. — *Soient ϖ_p, ϖ_q deux péninvariants respectivement des degrés p et q, ζ une variable fictive par rapport à laquelle q_0 admet pour dérivées successives $a_1, a_2, a_3, \ldots$; l'expression*

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned}[\varpi_p, \varpi_q]_r = p^r \varpi_p \frac{d^r \varpi_q}{d\zeta^r} - \frac{r}{1} p^{r-1} q \frac{d\varpi_p}{d\zeta} \frac{d^{r-1}\varpi_q}{d\zeta^{r-1}} \\ + \frac{r(r-1)}{1.2} p^{r-2} q^2 \frac{d^2\varpi_p}{d\zeta^2} \frac{d^{r-2}\varpi_q}{d\zeta^{r-2}} - \ldots\end{aligned}\right.$$

est un péninvariant, quel que soit r.

» Ce théorème, généralisation de celui de M. d'Ocagne, s'établirait immédiatement si l'on avait préalablement démontré le suivant pour tout entier au plus égal à r :

» THÉORÈME II. — *Soient ϖ_p un péninvariant de degré p, $\varpi_p^{(r)}$ sa $r^{ième}$ dérivée par rapport à ζ, $\frac{d}{d\theta}$ l'opérateur $a_0 \frac{d}{da_1} + 2a_1 \frac{d}{da_2} + 3a_2 \frac{d}{da_3} + \ldots$;* on a, *quel que soit r,*

$$(2)\qquad \frac{d\varpi_p^{(r)}}{d\theta} = rp\varpi_p^{(r-1)}.$$

» Il suffirait, en effet, d'appliquer au second membre de (1) l'opérateur $\frac{d}{d\theta}$; les termes obtenus se détruisant deux à deux en vertu de II, le résultat serait o, ce qui suffit, comme on sait, pour caractériser un péninvariant. Or le théorème I est évidemment exact pour $r = 0$; il a été démontré pour $r = 1$ par M. d'Ocagne. Le théorème II est exact, comme on sait, pour

(1) *Comptes rendus*, p. 961 de ce Volume.

$r=0$, et on l'établit immédiatement pour $r=1$ en écrivant que l'opérateur $\frac{d}{d\theta}$ appliqué à $p\varpi_p a_1 - a_0\varpi'_p$ donne zéro, comme l'exige le théorème I. Il suffit donc de faire voir que, si les théorèmes I et II sont supposés vrais pour $r=0, 1, 2, \ldots, s$, le théorème II le sera encore pour $r=s+1$.

» Écrivons donc que le théorème I s'applique, pour $r=1$, à

$$v_s=[a_0, \varpi_p]_s,$$

qui est, par hypothèse, un péninvariant (de degré $p+1$) :

$$\frac{dv'_s}{d\theta}=(p+1)v_s. \tag{3}$$

» On peut écrire v_s sous cette forme

$$v_s=a_0\varpi_p^{(s)}+\sum_{q=1}^{q=s}(-1)^q C_q p^q a_q \varpi_p^{(s-q)},$$

C_q étant le coefficient de a^q dans le développement de $(a+b)^s$; d'où successivement, en utilisant le théorème II,

$$v'_s=a_0\varpi_p^{(s+1)}+\sum_{q=1}^{q=s}(-1)^q p^{q-1}(C_q p - C_{q-1})a_q\varpi_p^{(s+1-q)}+(-1)^s p^s a_{s+1}\varpi_p,$$

$$\begin{aligned}\frac{dv'_s}{d\theta}=a_0\frac{d\varpi_p^{(s+1)}}{d\theta}&+(1-ps)a_0\varpi_p^{(s)}+(-1)^s p^s(p+1)a_s\varpi_p\\&+\sum_{q=1}^{q=s-1}(-1)^q p^q a_q\varpi_p^{(s-q)}\\&\times[(ps+p-pq+q+1)C_q-(s+1-q)C_{q-1}-(q+1)pC_{q+1}].\end{aligned}$$

» L'équation (3) devient dès lors

$$\begin{aligned}0=a_0\frac{d\varpi_p^{(s+1)}}{d\theta}&+a_0\varpi_p^{(s)}[1-ps-(p+1)]\\&+\sum_{q=1}^{q=s-1}(-1)^q p^q a_q\varpi_p^{(s-q)}\\&\times[(ps-pq+q)C_q-(s+1-q)C_{q-1}-(q+1)pC_{q+1})].\end{aligned}$$

» Mais, en substituant les valeurs connues de C_{q-1}, C_q, C_{q+1}, le coefficient de $a_q\varpi_p^{(s-q)}$ s'évanouit, quel que soit q, et il reste

$$\frac{d\varpi_p^{(s+1)}}{d\theta}=(s+1)p\varpi_p^{(s)}$$

C. Q. F. D.

» Il est remarquable que l'algorithme $[\varpi_p, \varpi_q]_r$, *où l'on n'introduit pour* ϖ_p *et* ϖ_q *que des puissances de* a_0, suffise, avec des puissances de a_0, pour représenter par des fonctions entières un grand nombre (et peut-être la totalité) des péninvariants connus. Ainsi, le péninvariant principal

$$a_0 a_{2n} - 2na_1 a_{2n-1} + \ldots$$

de la forme d'ordre pair $2n$ s'exprime par $\frac{1}{2}[1, 1]_{2n}$, en écrivant, pour abréger, $[p, q]_r$ pour $\left[\frac{1}{p} a_0^p, \frac{1}{q} a_0^q\right]_r$. Le péninvariant principal

$$a_0^2 a_{2n+1} - [2n+1] a_0 a_1 a_{2n} + \ldots$$

de la forme d'ordre impair $2n+1$ est égal à $\frac{1}{2^{2n}-1}[2, 1]_{2n+1}$. Le discriminant Δ de la forme cubique est donné par

$$\tfrac{1}{1920}\left\{[3, 1]_6 - 122 a_0^2 [1, 1]_6 + 570 [1, 1]_2 \times [1, 1]_4\right\};$$

l'invariant T de la quartique par $\frac{1}{360}\left\{33 a_0 [1, 1]_6 - [2, 1]\right\}_6$; la source σ du covariant quadratique le plus simple de la sextique, par

$$\tfrac{1}{1680}\left\{129 a_0 [1, 1]_8 - 2[2, 1]_8\right\}.$$

D'une manière générale, $[p, q]_r$ fournit un péninvariant de degré $p+q$ et de poids r, renfermant a_r; mais, si l'on prend, par exemple, la combinaison

$$(2^{2r-1}+1) a_0 [1, 1]_{2r} - 2[2, 1]_{2r},$$

il est aisé de vérifier que a_{2r} et a_{2r-1} disparaissent, et qu'on obtient un péninvariant de degré 3 et de poids $2r$ relatif à la forme d'ordre $2r-2$. Une circonstance analogue se présente évidemment avec beaucoup de combinaisons d'algorithmes à valeurs plus élevées de p, q. »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la différence de potentiel vraie de deux métaux au contact.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« On sait que les mesures électroscopiques ne fournissent que la différence de potentiel de deux métaux au contact, compliquée des différences de potentiel entre les métaux et le milieu isolant qui les entoure. D'un autre côté, le phénomène Peltier ne permet pas, ainsi que je l'ai montré (*Journal de Physique*, t. IX, p. 122), d'obtenir la différence de potentiel de deux

métaux, comme on l'a cru quelquefois. En l'absence de toute donnée positive sur cette quantité, les opinions sont partagées, certains physiciens croyant, avec Volta, qu'elle est de l'ordre de grandeur des forces électromotrices des piles hydro-électriques, d'autres croyant, avec Maxwell, qu'elle est beaucoup plus faible, de l'ordre des forces électromotrices thermo-électriques.

» Voici une expérience qui donne, dans un cas particulier, la différence de potentiel vraie de deux métaux au contact, et qui montre que c'est l'opinion de Volta qui est exacte.

» Rappelons d'abord que la surface de contact de deux conducteurs est comparable à un condensateur, le conducteur au plus haut potentiel étant chargé d'une couche d'électricité positive, vis-à-vis de laquelle se trouve une couche égale d'électricité négative sur le conducteur au plus bas potentiel; la valeur de chacune de ces couches n'est nulle que dans le cas de l'égalité des potentiels. C'est une conséquence forcée des lois de Coulomb, comme le montre aisément le théorème de Gauss.

» Considérons maintenant l'appareil suivant : Deux vases communiquants renferment du mercure; l'un A est large, l'autre B est formé par un tube presque capillaire. Un troisième vase C très large contient aussi du mercure. En B et en C le mercure est recouvert par de l'eau acidulée, et ces deux vases communiquent par un siphon rempli du même liquide. Enfin, deux fils de platine relient respectivement le mercure de C et celui de B aux bornes d'un galvanomètre. Dans ces conditions, si l'on fait varier, même très légèrement, l'étendue de la surface de contact du mercure B et de l'eau acidulée, le galvanomètre accuse un courant, dont le sens dépend du signe de la variation. C'est là un phénomène découvert par M. Lippmann et dont l'explication n'est pas douteuse, aujourd'hui que nous connaissons l'existence des couches électriques doubles; le circuit étant fermé, la différence de potentiel entre l'eau acidulée et le mercure B est constante; si l'on fait varier l'étendue de la surface de contact, on est dans le même cas que si l'on faisait varier l'étendue des armatures d'un condensateur réunies par une force électromotrice maintenant constante leur différence de potentiel : la variation d'étendue entraînerait un courant de charge ou de décharge. Le sens du courant indique ici que le mercure est à un potentiel plus élevé que l'eau acidulée.

» Or j'ai pensé qu'on pourrait annuler ces courants ou même en changer le sens, en introduisant dans le circuit une force électromotrice qui polariserait dans le sens convenable le petit mercure B, sans polariser sensi-

blement le large mercure C. C'est effectivement ce qui a eu lieu, et en me servant d'une force électromotrice variable à volonté et connue, j'ai trouvé ainsi que, pour $e = 0^{\text{volt}},97$, la variation de surface de contact ne donnait plus de courant. Dans ces conditions, la couche double entre le mercure B et l'eau acidulée est donc nulle ; c'est-à-dire que ces deux liquides sont au même potentiel; puisque, dans le circuit fermé comprenant le galvanomètre, il n'y a pas de courant, la force électromotrice totale est nulle; par conséquent, la différence de potentiel entre le grand mercure C (non polarisé) et l'eau acidulée est égale en valeur absolue à $e\,(= 0^{\text{volt}},97)$. Le nombre trouvé ainsi est tout à fait d'accord avec celui que M. Lippmann a déterminé d'après la force électromotrice qui rend maximum la constante capillaire.

» J'ai ensuite remplacé partout dans l'appareil le mercure par l'amalgame de zinc pur liquide et j'ai trouvé par le même procédé que *la différence de potentiel normale entre l'amalgame de zinc et l'eau acidulée est presque nulle* ($0^{\text{volt}},02$ dans le même sens que pour le mercure).

» Enfin, j'ai construit une pile ayant pour électrodes le mercure et l'amalgame de zinc liquide séparés par de l'eau acidulée, et comme pôles des fils du platine. La force électromotrice de celle ci était $E = 1^{\text{volt}},44$. Or, en représentant d'une façon générale par $X \mid Y$ l'excès de potentiel que présente un conducteur Y sur le conducteur X au contact avec lui, et en désignant par P, M, A, L le platine, le mercure, l'amalgame et l'eau acidulée, on a l'identité

$$E = P \mid A + A \mid L + L \mid M + M \mid P;$$

et comme

$$E = 1,44, \qquad L \mid M = 0,97, \qquad A \mid L = -0,02,$$

on en tire

$$P \mid A - P \mid M = 0^{\text{volt}},49.$$

» Ainsi la différence de potentiel vraie du platine et de l'amalgame de zinc au contact ($P \mid A$) surpasse de $0^{\text{volt}},49$ la même quantité pour le platine et le mercure ($P \mid M$). Du reste, d'après la loi des tensions de Volta, on a

$$P \mid A - P \mid M = M \mid A;$$

c'est-à-dire que le mercure présente sur l'amalgame mis au contact avec lui un excès de potentiel de $0^{\text{volt}},49$.

» Ainsi, dans cette pile, la différence de potentiel entre le liquide et le métal attaqué est à peu près nulle, tandis qu'elle est relativement grande soit entre le liquide et le métal non attaqué, soit entre les métaux. »

CHIMIE. — *Sur une circonstance particulière de la production du bicarbonate de soude*. Note de M. **Paul de Mondésir**, présentée par M. Debray.

« J'ai reconnu que le carbonate de soude, combiné avec un seul équivalent d'eau, n'absorbe l'acide carbonique, à la température ordinaire, qu'avec une extrême lenteur, si même il l'absorbe. Lorsqu'il est mélangé avec une faible proportion de bicarbonate sec, la réaction, au contraire, commence de suite et avec une énergie qui est en raison de la quantité de bicarbonate et de l'intimité du mélange. C'est un cas d'amorçage d'un solide par un solide.

» Les expériences ont été variées. La disposition suivante peut servir pour la démonstration. Du carbonate calciné est additionné d'un poids d'eau un peu inférieur à $1^{éq}$. Après broyage et mélange bien complet dans un mortier, la matière est enfermée dans un flacon qu'on agite de temps en temps.

» Au bout de quelques jours, on peut compter qu'il ne reste sur aucun point du carbonate plus de $1^{éq}$ d'eau. Après un nouveau broyage, s'il y a lieu, une portion du sel est placée dans une éprouvette à gaz, l'autre portion est triturée avec quelques centièmes de bicarbonate sec et mise dans une seconde éprouvette.

» On fait passer un courant d'acide carbonique grossièrement desséché à travers les deux éprouvettes placées à la suite l'une de l'autre : celle de carbonate pur reçoit d'abord le gaz, l'autre est munie d'un tube de dégagement plongeant dans du mercure.

» En pinçant le tube de caoutchouc qui établit la communication entre les deux éprouvettes, on voit que le gaz cesse d'arriver par le flacon laveur, tandis qu'il y a absorption dans la seconde éprouvette. Celle-ci, le plus souvent, s'échauffe d'une manière sensible. »

CHIMIE. — *Recherches sur les phosphates de baryte. Application à l'analyse acidimétrique*. Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Friedel ([1]).

« 1. On sait que l'acide phosphorique se comporte assez nettement comme un acide bibasique par rapport à la phtaléine du phénol. On peut doser l'acide phosphorique par un simple dosage volumétrique; au moyen d'une solution de potasse, ou d'eau de baryte titrées. Il se forme dans le premier cas du phosphate alcalin sensiblement neutre à la phtaléine, dans le second cas du phosphate bibarytique insoluble, et la fin de la réaction est nettement indiquée. Il semble, d'après cela, que le dosage acidimétrique d'un acide, tel que l'acide chlorhydrique, sulfurique, acétique, etc., en présence d'un sel, tel que le phosphate bisodique, doive se faire sans difficulté, et en réalité il en est ainsi, si l'on opère avec une solution titrée de potasse. Les choses se passent différemment avec l'eau de baryte.

» Si, après avoir saturé un certain volume d'acide chlorhydrique avec de l'eau de baryte, en présence de la phtaléine, jusqu'à ce qu'on ait obtenu une coloration rouge, on ajoute du phosphate bisodique, l'addition de ce corps, sensiblement neutre, et même très légèrement alcalin par rapport à la phtaléine, produit le même effet que l'addition d'un acide, et il faut ajouter pour obtenir la saturation une nouvelle quantité d'eau de baryte.

» M. Joly (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 1129) avait déjà signalé cette acidité de la liqueur résultant du mélange d'une solution de chlorure de baryum et de phosphate bisodique; mais l'explication de ce phénomène me paraît devoir être un peu différente de celle qu'il a donnée.

» Si dans la liqueur acide, résultant du mélange d'une solution de chlorure de baryum et de phosphate de soude, additionnée de phtaléine, on ajoute peu à peu de l'eau de baryte, les premières portions amènent assez rapidement l'apparition d'une teinte rouge; mais celle-ci n'est pas persistante, et, après cinq à dix minutes, elle disparaît, et il faut ensuite ajouter une quantité notable d'eau de baryte, pour obtenir une teinte rouge persistante. La quantité nécessaire pour arriver à ce dernier ré-

([1]) Ce travail a été exposé à la Société chimique dans la séance du 25 mars. Depuis M. Joly a présenté à l'Académie (voir *Comptes rendus*, séance du 28 mars) des résultats voisins pour les sels de strontiane.

sultat varie avec les proportions de phosphate bisodique et de chlorure de baryum. En présence d'un grand excès de phosphate de soude, le précipité final qui se produit, soigneusement lavé à froid et desséché à 120°-130°, a une composition constante et correspondant à la formule d'un phosphate mixte de baryte et de soude $PO^5 2BaO NaO$, ainsi que le montre l'analyse de ce précipité.

	I.	II.	Calculé.
PO^5..........	27,72	28,08	27,84
BaO..........	60,60	60,81	60,00
NaO..........	11,54	11,44	12,16
	99,86	100,33	100,00

» Il se forme d'après les équations suivantes :

» Quand on fait agir en premier lieu le phosphate bisodique sur le chlorure de baryum, il se produit principalement du phosphate bibarytique et du chlorure de sodium

$$PO^5 2NaO HO + 2BaCl = PO^5 2BaO HO + 2NaCl,$$

ainsi que le montrent les analyses du précipité obtenu. Cependant l'acidité de la liqueur résultante indique la formation d'un phosphate trimétallique mettant en liberté une quantité correspondante d'acide. Ce phosphate trimétallique n'est pas du phosphate tribarytique, car l'analyse du précipité m'a montré qu'il ne contenait jamais plus de baryte que ne l'indique la formule $PO^5, 2BaO HO$, même lorsqu'on sépare le précipité de l'eau mère, par une filtration immédiate; mais on y trouve de faibles traces de soude, lorsque le chlorure de baryum et le phosphate de soude sont en proportion équivalente, et cette quantité devient notable en présence d'un excès de phosphate de soude, et peut atteindre 4 pour 100. Cela semble indiquer que l'acidité de la liqueur est due à la formation de phosphate de baryte et de soude, ce phosphate se formant, du reste, dans des proportions faibles, limitées par la mise en liberté d'acide, mais suffisantes pour expliquer l'action de la liqueur sur la phtaléine.

» En second lieu, l'eau de baryte, réagissant sur le phosphate bibarytique en présence du chlorure de sodium, donne naissance au phosphate $PO^5, 2BaO NaO$.

$$PO^5, 2BaO HO + NaCl + BaO = PO^5, 2BaO NaO + HO + BaCl.$$

» 2. Le phosphate de baryte et de soude a déjà été obtenu par M. de

Schulten à l'état hydraté et cristallisé, mélangé avec un peu de silice, par l'action du phosphate de soude sur un mélange de silicate de soude et d'eau de baryte (*Bull. de la Soc. Chim.*, t. XXXIX, p. 500).

» Il se produit aussi à l'état amorphe, simplement par l'action de l'eau de baryte sur le phosphate de soude, et le précipité ainsi obtenu contient, après lavage et dessiccation à 120°, de 10 à 11 pour 100 de soude. On voit que, préparé de la sorte, il n'est pas absolument pur.

» Ce n'est qu'en présence d'un très grand excès de baryte, en versant la solution de phosphate de soude dans celle de baryte, que l'on obtient du phosphate tribarytique sensiblement dépourvu de soude et contenant la proportion théorique de baryte.

» Le phosphate mixte paraît même se produire en petite quantité dans la précipitation du chlorure de baryum par le phosphate trisodique, car le précipité contient un peu de soude et une quantité de baryte inférieure à celle qui correspond à la formule PO^5, $3BaO$. Il s'obtient pur par le procédé que j'ai indiqué plus haut, consistant à précipiter une solution de chlorure de baryum, additionné d'un peu de phtaléine, par un grand excès de phosphate de soude ; ajouter de l'eau de baryte jusqu'à apparition de la teinte rouge, puis, lorsque le mélange s'est décoloré, au bout de quelques minutes, ajouter peu à peu de l'eau de baryte, jusqu'à ce qu'on obtienne une coloration rouge persistante.

» La réaction qui donne naissance au phosphate PO^5, $2BaONaO$ ne se produit pas ou ne se produit qu'incomplètement avec le phosphate bibarytique anciennement précipité et cristallisé, ce qui est un indice de la modification que ce dernier éprouve par l'action du temps.

» 3. Le phosphate de baryte et de soude ainsi obtenu, vu au microscope, se présente sous la forme de grains arrondis, sur lesquels les plus forts grossissements ne mettent pas en évidence de faces cristallines. Il n'est pas sensiblement attaqué par l'eau froide, et on peut l'obtenir à l'état de pureté par un lavage suffisant à la température ordinaire. A chaud, l'eau le décompose partiellement et lui enlève 12 à 13 pour 100 de la soude qu'il contient.

» 4. *Application aux dosages acidimétriques.* — Les faits précédents montrent qu'on ne peut doser volumétriquement un acide libre, en présence du phosphate bisodique, au moyen d'une solution titrée d'eau de baryte, même en se servant comme indicateur de la phtaléine du phénol, réactif par rapport auquel le phosphate bisodique est sensiblement neutre.

» Il en sera de même du dosage de l'acide phosphorique en présence d'un sel alcalin.

» Ces dosages peuvent être effectués assez exactement avec une solution titrée de potasse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de détermination de la valeur relative des quatre unités d'action chimique de l'atome du carbone.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Friedel.

« A la base des doctrines de la Chimie organique, telle qu'elle est généralement comprise aujourd'hui, se trouvent deux principes généraux :

» *a.* La *quadrivalence* de l'atome du carbone ;

» *b.* L'*identité fonctionnelle* de celui-ci dans ses divers points d'attache, c'est-à-dire l'identité de valeur de ses quatre unités d'action chimique.

» Le premier de ces principes est un fait d'ordre expérimental : aussi est-il en dehors de toute contestation. Le second est loin d'avoir le même caractère de certitude objective; il se vérifie dans ses conséquences, mais une démonstration rigoureuse, directe et complète, lui manque encore, du moins d'ordre chimique. C'est la tâche que j'ai entrepris de résoudre. Je crois qu'il ne sera pas inutile d'exposer la méthode qui doit, selon moi, me permettre d'atteindre à ce but.

» L'identité ou la différence de valeur des quatre unités d'affinité du carbone peut se déduire de la nature des composés monocarbonés CX^4. Quelle que soit la valeur relative de ces diverses unités d'affinité, les dérivés monocarbonés, CX^4 *simples,* ne renfermant fixés sur le carbone que des radicaux de même sorte, doivent être uniques, chacun de leur espèce. Il en est ainsi dans la réalité : on ne connaît en effet que sous une seule variété les composés CH^4, CCl^4, CO^2, CS^2, $C(OC^2H^5)^4$, etc. ; mais il en doit être tout autrement des composés *mixtes,* ceux où sur l'atome C sont fixés des radicaux différents.

» Si ces quatre unités d'affinités sont de même sorte et ont la même valeur, les dérivés mixtes doivent être aussi, au point de vue chimique, chacun seuls de leur espèce; mais ils doivent exister sous des variétés différentes, si ces diverses unités d'affinités ne sont pas identiques. Prenons le cas le plus simple et supposons une unité d'affinité différente des trois autres; cela étant, un composé double CX^3X' devra constituer *deux* variétés distinctes; un composé *triple* $CX^2X'X''$ en constituera *trois* et un composé *quadruple* $CXX'X''X'''$ en constituera *quatre.* On le voit, la question revient à l'étude de l'isomérie dans les dérivés monocarbonés *mixtes;* puisqu'elle se pose déjà d'une manière complète et dans les conditions les plus

simples dans les dérivés *doubles* CX^3X', il est possible de se restreindre à l'examen de ceux-ci. Ceux qui se présentent d'eux-mêmes et qui sont les plus aisés à obtenir sont les dérivés monosubstitués du méthane CH^3X.

» Au premier abord la question semble résolue, les dérivés mixtes CX^3X' n'existent chacun que sous une seule variété; on ne connaît, en effet, qu'un seul alcool méthylique $CH^3(OH)$, qu'un seul chlorure de méthyle CH^3Cl, qu'une seule méthylamine $CH^3(AzH^2)$, comme un seul chloroforme $CHCl^3$ et une seule chloropicrine $CCl^3(AzO^2)$. Mais, en y regardant de près, on voit que ce fait est sans valeur; la raison en est que l'on est dans l'impuissance absolue d'affirmer que, dans les divers échantillons, formés dans des conditions différentes de ces dérivés, les radicaux X et X' saturent des unités d'affinités diverses.

» Il est donc nécessaire de produire les dérivés monosubstitués du méthane CH^3X dans un système méthodique de réactions permettant d'affirmer que le radical substituant X satisfait successivement chacune des quatre unités d'affinité de l'atome du carbone, en prenant successivement la place de chacun des quatre atomes d'hydrogène de CH^4; en d'autres termes, il s'agit de constater si l'ordre d'introduction d'un radical X dans la molécule du méthane influe ou n'influe pas sur les propriétés et la nature du composé CH^3X qui en résulte.

» Les composés monosubstitués, destinés à résoudre cette question, sur lesquels, après mûre réflexion, mon choix s'est fixé, sont le *nitrométhane* $CH^3(AzO^2)$ et le *cyanométhane* CH^3-CAz ou l'acétonitrile. Les raisons de cette préférence sont d'abord que ces composés sont bien connus, doués de propriétés physiques et chimiques qui permettent de les soumettre à un examen minutieux et approfondi, ensuite qu'ils sont aisés à obtenir par des méthodes diverses, sans devoir recourir à des températures élevées, capables de déterminer des modifications dans les rapports de combinaisons des éléments dans la molécule.

» Je désignerai par les lettres α, β, γ et δ les quatre atomes de l'hydrogène, successivement remplacés dans le méthane par les radicaux (AzO^2) et (CAz). Voici l'ensemble des réactions qui me permettra d'obtenir les quatre dérivés, nitrométhane et acétonitrile α, β, γ et δ.

» 1° *Dérivés α ou directs.* — Réaction de l'iodure de méthyle $CH^3I(\alpha)$. Sur le nitrite d'argent $Ag(AzO^2)$ (Victor Meyer) et le cyanure potassique $KCAz$ (Louis Henry).

» 2° *Dérivés* β. — (*a*) Nitrométhane β. $^{\beta}-(AzO^2)-CH^3$; réaction sur le

nitrite potassique $KAzO^2$ de l'acide β-chloro-acétique, à l'état de sel (Kolbe).

$$\beta\text{-}ClCH^2\text{-}CO^2K + KAzO^2 = \beta\text{-}(AzO^2)CH^2\text{-}CO^2K + KCl,$$
$$\beta\text{-}(AzO^2)CH^2\text{-}CO^2K + H(OH) = \beta\text{-}AzO^2\text{-}CH^3 + CO(OH)(OK).$$

» L'acide β-chloro-acétique résulte de l'action directe du chlore sur l'acide acétique synthétique $CH^3\text{-}(CO^2H)^\alpha$ fait avec l'acétonitrile synthétique $CH^3\text{-}CAz^\alpha$.

» (*b*) Acétonitrile $\beta\text{-}CH^3\text{-}(CAz)^\beta$. Distillation sèche de l'acide β-cyano-acétique (Van t'Hoff)

$$\beta\text{-}(CAz)\text{-}CH^2\text{-}(CO^2H)^\alpha = \beta\text{-}CAz\text{-}CH^3 + CO^2.$$

» L'acide β-cyano-acétique résulte de l'action du cyanure de potassium sur l'acide β-chloro-acétique $ClCH^2\text{-}CO^2H$ à l'état de sel (Kolbe et H. Müller).

» 3° *Dérivés* γ. — A l'aide de l'acide γ-chloro-acétique $\gamma ClCH^2\text{-}CO(OH)$ on obtient, par les réactions qui viennent d'être indiquées, l'acétonitrile et le nitrométhane correspondants, γ. L'acide acétique monochloré γ résulte de la distillation sèche de l'acide γ-chloromalonique $\gamma\text{-}ClCH = (CO^2H)^2\alpha\beta$ (Conrad et Guthzeit)

$$\gamma\text{-}ClCH = (CO^2H)^2\alpha\beta = \gamma\text{-}ClCH^2\text{-}COOH + CO^2.$$

» L'action du chlore sur le malonate diéthylique fournit, avec une netteté remarquable, son dérivé chloré $ClCH\text{-}(COOC^2H^5)^2$. L'acide malonique lui-même $CH^2\text{-}(COOH)^2\,\alpha\beta$ dérive de l'acide cyano-acétique

$$\beta CAz\text{-}CH^2\text{-}(COOH)^\alpha.$$

» 4° *Dérivés* δ. — On les obtiendra comme les dérivés précédents, à l'aide de l'acide acétique monochloré $\delta\text{-}ClCH^2\text{-}COOH$, par les réactions indiquées.

» L'acide chloro-acétique δ doit résulter de la décomposition, par la chaleur, de l'acide δ-chlorométhine-tricarbonique $\delta\text{-}ClC\text{-}(COOH)^3\,\alpha$, β et γ.

» L'éther méthine-tricarbonique $HC\text{-}(COOC^2H^5)^3$ subit aisément l'action substituante du chlore; il résulte lui-même de l'action du chlorocarbonate éthylique $ClCO(OC^2H^5)$ sur le malonate d'éthyle monosodé (Conrad et Guthzeit).

» J'ai obtenu, jusqu'à présent, tant pour l'acétonitrile que pour le nitrométhane, les dérivés α, β et γ. Je n'ai pu constater, entre ces dérivés d'ordre substitutif divers, aucune différence appréciable. Il me reste à obtenir les

dérivés δ : ce sont ceux dont la préparation exigera le plus d'efforts et de travail.

» On remarquera que, dans cet ensemble de réactions successives, je ne m'appuie que sur les deux principes sur lesquels repose, en grande partie, la doctrine concernant la constitution des corps composés :

» *a*. Le principe de la stabilité des édifices moléculaires complexes, au milieu des réactions chimiques, c'est-à-dire la conservation des rapports de combinaison des atomes constitutifs, surtout dans la réaction où une partie seulement de la molécule totale est engagée;

» *b*. Le principe des substitutions; le substituant prend la place du substitué et en conserve les rapports de combinaison. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Produits de fermentation du sucre par la levure elliptique*. Note de MM. **Édouard Claudon** et **Ed.-Charles Morin**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons soumis à la fermentation de la levure elliptique 100^{kg} de sucre. La levure provenait de lie d'un vin blanc de Rouillac (Charente) récolté en 1885. Sous le microscope, elle se présentait souillée de cristaux de tartrate et de débris de cellules végétales; ses dimensions étaient de : grand diamètre $5^{\mu},9$ à $4^{\mu},7$; petit diamètre $3^{\mu},6$ à $3^{\mu},7$.

» Purifiée par des cultures successives, elle a servi à l'ensemencement d'un moût composé de :

Bouillon de 2^{kg} de levure de bière........ } Eau................................. }	100^{lit}
Sucre................................	20^{kg}

» La température a été maintenue à 18°-20°, et la fermentation effectuée à l'abri des germes étrangers; la levure faisant fermenter directement le sucre, il n'a pas été fait d'addition d'acide.

» Le produit de la fermentation possédait une odeur vineuse, bien différente de l'odeur que présentait le même moût fermenté par la levure de bière. Distillé dans notre appareil à plateaux et à réfrigération intérieure, il a donné :

» I. Un liquide alcoolique;

» II. Des eaux acides;

» III. Un résidu formé en majeure partie de glycol, glycérine et matières non distillables.

» Le liquide alcoolique, après trois rectifications successives, a fourni :

» 1° Une petite quantité d'aldéhyde;

» 2° $50^{kg},47$ d'alcool éthylique, compté à 100°, débarrassé des alcools supérieurs et complètement dépourvu d'odeur étrangère;

» 3° Des huiles qui, séchées sur le carbonate de potassium, pesaient 207^{gr} et qui, après rectification sur la baryte et fractionnement, se séparent en :

Eau	gr 5,5
Alcool éthylique	145,0
Alcool propylique normal	2,0
Alcool isobutylique	1,5
Alcool amylique	51,0
Éther œnanthique	2,0

» Les eaux acides ont été évaporées après avoir été saturées par la potasse; on y a joint les eaux provenant de la rectification des alcools; le sel de potassium a fourni par décomposition $205^{gr},3$ d'acide acétique sans trace d'aucun autre acide gras.

» Le résidu dont il a été question plus haut, alcalinisé faiblement par un lait de chaux, repris par l'eau et privé de l'excès de chaux par l'acide carbonique, est concentré à la colonne pour retenir le glycol; par refroidissement, il fournit un abondant dépôt cristallin de succinate de calcium, qui est lavé avec de l'alcool à 99°. Quant au liquide sirupeux séparé du succinate, il forme $4^{lit},5$ environ; coulé en mince filet dans 15^{lit} d'alcool à 99°, il donne un abondant précipité; après séparation, le liquide alcoolique est distillé, le résidu est traité par l'alcool comme précédemment. Après trois traitements, il ne se forme plus de précipité; le liquide, amené à consistance sirupeuse par distillation de la presque totalité de l'alcool, est additionné de 1^{vol} d'éther pour 1^{vol} d'alcool restant, et traité ainsi par l'alcool éthéré jusqu'à ce qu'il ne cède plus rien à ce dissolvant. Il reste alors un faible résidu très coloré, de consistance pâteuse, contenant des sels minéraux et des matières organiques complexes. Après distillation de l'alcool et de l'éther d'épuisement, le résidu a pu aisément être distillé dans le vide, et nous avons ainsi séparé de l'isobutylène-glycol et de la glycérine. Après fractionnement, nous avons obtenu 158^{gr} d'isobutylène-glycol, bouillant à la pression ordinaire à 178°-179°, et 2120^{gr} de glycérine sèche, qui a cristallisé entièrement par l'addition d'un germe. Il reste, après distillation dans le vide, un résidu solide paraissant formé de sels minéraux et de polyglycérines. Le procédé habituel de dosage de la glycérine

dans les vins par l'alcool éthéré enlève donc, en même temps que la glycérine, l'isobutylène-glycol et une notable proportion de sels solubles dans la glycérine.

» Quant aux précipités obtenus par l'alcool fort, le premier est presque uniquement formé de succinate de calcium, les autres contiennent du succinate mélangé de matières gommeuses. Le succinate de calcium recueilli a été décomposé et l'acide mis en liberté; son poids est de 452^{gr}.

» La transformation du sucre sous l'influence de la levure elliptique fournit donc pour 100^{kg} :

Aldéhyde	traces
Alcool éthylique	50615^{gr}
Alcool propylique normal	2,0
Alcool isobutylique	1,5
Alcool amylique	51,0
Éther œnanthique	2,0
Isobutylène-glycol	158,0
Glycérine	2120,0
Acide acétique	205,3
Acide succinique	452,0

» La proportion des alcools supérieurs n'a atteint dans cette fermentation qu'environ la millième partie de l'alcool éthylique formé; la faible teneur en alcools propylique et isobutylique est également à remarquer; l'alcool amylique seul forme la presque totalité des alcools supérieurs. Nous n'avons pas rencontré les bases que l'on trouve d'ordinaire dans les fuselöls. Signalons encore l'absence complète d'alcool butylique normal et d'acide butyrique, corps trouvés par M. Ordonneau dans une eau-de-vie. Ce fait, auquel nous attachons une très grande importance, formera l'objet d'une prochaine Note à l'Académie. »

MINÉRALOGIE. — *Reproduction artificielle du spinelle rose ou rubis balais.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Dans un travail dont l'Académie a ordonné l'insertion dans les *Mémoires des Savants étrangers* (1), je me suis occupé incidemment, il y a déjà plusieurs années, de la synthèse du spinelle. Le même problème s'est

(1) *Mémoires des Savants étrangers*, t. XXVII, n° 5, p. 9; 1880.

depuis lors représenté à moi, et c'est par une méthode toute différente de la première que je fais actuellement cristalliser l'aluminate de magnésie, teint en rose par des traces de chrome, de façon à offrir l'identité la plus parfaite avec le rubis balais de la nature.

» Le fond d'un creuset de graphite étant doublé d'une couche de magnésie pure finement pulvérisée et bien tassée, on y introduit un mélange de chlorure d'aluminium et de cryolithe, l'un et l'autre aussi purs que possible et réduits en poudre impalpable, puis on achève de remplir avec un mélange d'alumine et de magnésie, celle-ci en excès. De très petites quantités de bichromate de potasse sont ajoutées si l'on veut colorer le produit en rose.

» Après cinq ou six heures de séjour dans un bon feu de coke, le creuset est abandonné à un refroidissement aussi lent que possible.

» Dans ces conditions, en brisant le culot on trouve, dans une gangue grisâtre dont la composition est complexe, des vacuoles tapissées de très petits cristaux roses extrêmement brillants et qui consistent en rubis balais parfaitement caractérisés. Même couleur, même éclat, même dureté, même inaltérabilité, même inaction sur la lumière polarisée; la reproduction du minéral naturel est complète. Au microscope, on constate la forme des cristaux en octaèdres réguliers sans modification.

» Tout d'abord, j'ai tenté la synthèse qui vient d'être décrite en employant la cryolithe seule; mais jamais le spinelle n'est ainsi apparu. Même en présence d'un très grand excès de magnésie, et je crois le fait très digne de remarque au point de vue des applications géologiques, le fluorure seul détermine la production exclusive de lamelles roses de corindon (rubis oriental) sans trace de spinelle (rubis balais). J'ai obtenu, dans ces conditions, des corindons très élégants ayant 3^{mm} et plus.

» Le chlore du chlorure d'aluminium agit-il directement ou contribue-t-il à dégager de la cryolithe le fluor, dont les propriétés minéralisatrices ont été, tout récemment encore, signalées par mon illustre maître, M. Fremy [1]? L'alumine dérivant du chlorure possède-t-elle une énergie spéciale de combinaison? C'est ce que je ne saurais dire dès à présent.

» En tout cas, l'expérience décrite plus haut a été variée de plusieurs façons et a donné déjà une série de produits, comprenant des aluminates de zinc, de fer, etc., ainsi que des composés secondaires dont je poursuis l'étude. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 737; 1887.

ZOOLOGIE. — *Sur la castration parasitaire chez l'*Eupagurus Bernhardus *Linné et chez la* Gebia stellata *Montagu.* Note de M. **A. Giard.**

« Dans un travail récent, j'ai fait connaître les curieux effets d'ordre morphologique produits chez plusieurs Crustacés décapodes par la castration due à la présence de parasites Rhizocéphales ou Bopyriens ([1]). Des exemples nouveaux et bien remarquables de ces phénomènes nous sont fournis par les Pagures, infestés par le *Phryxus Paguri* Rathke, et par les Gébies, infestées par le *Gyge branchialis* Cornalia et Panceri. Bien que le *Phryxus Paguri* soit un parasite absolument externe, les modifications qu'il occasionne sont aussi étendues que celles observées chez certains Brachyoures à la suite de leur infestation par les Rhizocéphales.

» On sait quels sont les caractères sexuels extérieurs des *Eupagurus*. Chez la femelle, l'ouverture génitale se trouve sur l'article basilaire de la troisième paire de pattes thoraciques; chez le mâle, cette ouverture est placée sur la base de la cinquième paire de pattes, qui porte une petite papille; la grosse pince de la première paire de pattes thoraciques est un peu plus forte chez le mâle que chez la femelle. En ce qui concerne l'abdomen, le premier anneau est dépourvu de membres dans les deux sexes. Chez la femelle, les anneaux 2, 3, 4 et 5 portent, du côté gauche, des appendices formés d'un article basilaire terminé par deux rameaux. Sur l'anneau 2, le rameau externe est plus court que l'interne; sur l'anneau 3, les deux rameaux sont à peu près de même longueur; sur l'anneau 4, le rameau externe est un peu plus long; sur l'anneau 5, il est beaucoup plus long que l'interne. Les appendices 2, 3 et 4 sont conformés pour retenir les œufs. A cet effet, leur article basilaire porte deux bouquets de poils; le rameau interne présente également deux bouquets de poils, l'un à son extrémité, l'autre sur un renflement postérieur très développé.

» Chez le mâle, l'anneau 2 est dépourvu d'appendices; les anneaux 3, 4 et 5 portent du côté gauche des pattes biramées, dont le rameau interne, toujours sans renflement postérieur, est beaucoup plus petit que l'externe. Les appendices du cinquième anneau sont très semblables dans les deux sexes.

» Les Pagures mâles infestés par le *Phryxus Paguri* ne sont guère

([1]) *Bulletin scientifique du Nord*, t. XVIII; janvier, février 1887, p. 1-28.

modifiés dans la région thoracique. C'est à peine si la grosse pince est un peu plus faible qu'à l'ordinaire. *Mais l'abdomen présente des appendices en nombre égal à ceux de la femelle et conformés absolument comme chez la femelle, toutefois de dimensions un peu réduites.*

» Si l'on ouvre un de ces mâles à pattes abdominales femelles, on trouve le testicule renfermant des spermatophores de taille fort inférieure à la normale (la moitié environ) et des spermatozoïdes très imparfaits.

» Je m'attendais à rencontrer les mêmes phénomènes, peut-être plus accentués encore, chez les Pagures mâles infestés par le *Peltogaster Paguri*. Chose étonnante, il n'en est rien; et, malgré l'action plus profonde qu'on serait tenté d'attribuer *a priori* au *Peltogaster*, ce Rhizocéphale ne produit aucune modification apparente des caractères extérieurs du sexe mâle, tout en déterminant cependant la stérilité de son hôte.

» Les Pagures femelles infestés par le *Peltogaster* sont, au contraire, fréquemment modifiés : les modifications portent naturellement sur les pattes abdominales. Les bouquets de poils de l'article basilaire et la saillie postérieure ovigère du rameau interne disparaissent plus ou moins complètement; de plus, le rameau interne est généralement plus petit que l'externe, même sur les appendices 2 et 3; en un mot, par tous leurs caractères, les pattes abdominales de ces femelles châtrées se rapprochent sensiblement de celles du sexe mâle.

» De ce qui précède, on est amené à conclure, ou bien que certains *Peltogaster* se fixent sur les Pagures à une époque plus tardive que les *Phryxus*, ou bien que les *Peltogaster* exercent une action plus lente que les *Phryxus* et n'empêchent pas la différenciation sexuelle de se produire, au moins chez le sexe mâle. La première interprétation est, à notre avis, la plus vraisemblable.

» En outre, les faits que nous venons de signaler semblent indiquer que les *Phryxus* se fixent en général sur les Pagures à un âge où la différenciation sexuelle n'est point effectuée et où le Crustacé décapode présente encore les pattes abdominales embryonnaires. Or, Fritz Müller a fait connaître un *Phryxus* de la côte du Brésil (*Phryxus resupinatus*) qui se fixe constamment sur les Pagures infestés par le *Peltogaster purpureus* et souvent sur le pédoncule même de ce Rhizocéphale. Si l'on admet l'hypothèse de l'inoculation des larves de Rhizocéphales, émise par M. Y. Delagé, il faudrait donc supposer que la larve du *Phryxus resupinatus* devine quels sont les Pagures inoculés par un embryon de Peltogaster et à quelle place précise cet embryon viendra émerger sur l'abdomen du Pagure. On ne peut

échapper à cette supposition bizarre qu'en admettant, par une hypothèse plus bizarre encore, que les embryons du *Phryxus* sont inoculés eux aussi et suivent dans leur migration interne les larves de *Peltogaster*. Qui accepterait une pareille complication? Tout devient simple, au contraire, dans la théorie de la fixation directe et l'on peut trouver dans les faits nouveaux exposés ci-dessus une confirmation de l'opinion émise par nous, que les Cirrhipèdes ont été dans la série phylogénique les introducteurs des Bopyriens chez les Crustacés décapodes. Les isopodes, parasites à l'origine des Rhizocéphales, ont infesté d'abord indirectement, puis, plus tard, d'une façon immédiate, le Crustacé supérieur.

» J'ai essayé d'étendre à d'autres Décapodes les observations relatives à la castration parasitaire; malheureusement, les matériaux de cette étude sont difficiles à rassembler. Je n'ai pu encore, malgré mon vif désir, examiner des Callianasses mâles infestées soit par la *Parthenopea subterranea*, soit par l'*Ione thoracica*. Bien que la *Gebia stellata* Montagu soit abondante sur divers points des côtes de France (notamment à Concarneau), je n'ai jamais rencontré sur notre littoral le Bopyrien parasite de cette espèce, le *Gyge branchialis* Cornalia et Panceri. Je possède un exemplaire unique de *Gebia* infesté, venant du laboratoire de Naples. Cet exemplaire est justement un mâle, et j'ai pu constater qu'il présente la première paire de pattes abdominales simples qui, normalement, n'existe que chez la femelle; la pince de la première paire de pattes thoraciques est restée plus forte que chez les femelles. Nardo, qui observait dans une localité où le *Gyge branchialis* est abondant, dit qu'il a parfois rencontré le premier appendice abdominal dans les deux sexes : « Io posso asssicurare pero che di tali » appendici poste una per lato sotto al primo anello dell' addome, va pure » fornita la femmina, *ed essere anche vero che talvolta ne sono entrambi sprovve-* » *duti* (1). » Il est probable que ces mâles anormaux étaient ou avaient été infestés par des *Gyge*.

» Les Brachyoures infestés par les Bopyriens du genre *Cepon* (*Pilumnus hirtellus* et *Xantho floridus*) et les *Porcellana longicornis* infestées par la *Pleurocrypta porcellanæ* ne m'ont présenté aucune modification appréciable des caractères sexuels extérieurs. »

(1) Nardo, *Annotazioni illustranti* 54 *specie di Crostacei*, p. 100. Venezia; 1869.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la fonction des canaux semi-circulaires.* Note de M. J. Steiner (de Heidelberg).

« Les travaux de MM. Y. Delage (¹), Viguer (²), etc., sur la fonction des canaux semi-circulaires, publiés dernièrement, m'engagent à faire la Communication suivante à l'Académie.

» Les observations de ces savants ont accru notablement nos connaissances sur l'analyse des sensations par lesquelles nous sommes mis en état de nous orienter dans l'espace, mais elles ne peuvent pas prouver que ces sensations sont transmises par les canaux semi-circulaires. En effet, ces organes n'exercent point cette fonction supposée : comme je l'ai trouvé ici déjà l'année dernière, dans la station zoologique de Naples, on peut enlever chez les Squales tous les canaux avec leurs ampoules sans provoquer aucun trouble dans les mouvements de ces animaux (³). Au printemps de cette année, j'ai répété ces expériences avec le même résultat; je viens de les décrire *in extenso*, avec des figures explicatives, dans un Ouvrage sur le système nerveux des poissons, qui sera publié vers la fin de cette année.

» Récemment, M. Delage a présenté à l'Académie une Note nouvelle, dans laquelle il rend compte des troubles qu'il a observés chez certains Invertébrés privés des yeux et des otocystes, en mentionnant en même temps des relations semblables chez les animaux vertébrés. Des animaux dont parle M. Delage je ne mentionne ici que le *Palæmon*, le *Mysis* et la *Gebia*, tous appartenant aux Crustacés. Chez la *Gebia*, les troubles se produisent déjà lorsque les otocystes seuls sont enlevés.

» Avant de répéter ces expériences, j'ai examiné dans le même sens les Crustacés suivants : le *Carcinus mænas*, le *Palinurus vulgaris*, le *Scyllarus arctus* et la *Squilla mantis*. En enlevant à ces Crustacés les yeux et les otocystes ensemble et en observant très attentivement leurs mouvements, on peut découvrir une très petite anomalie, qui consiste en ce qu'ils tombent momentanément sur le dos, trouble qui disparaît très vite et après lequel

(¹) *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, vol. IV, 2ᵉ série.
(²) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 868.
(³) *Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften*, 1886, I, S. 495.

l'animal revient à sa position normale. Quant à des troubles de locomotion, je n'en ai jamais observé.

» Chez le *Palœmon*, on peut en effet, comme le dit M. Delage, observer des troubles remarquables après l'ablation des yeux et des otocystes ; mais, après quelques heures de repos, l'animal recommence à marcher normalement sur ses pattes thoraciques et à nager régulièrement en battant l'eau de sa partie caudale. L'animal roule encore souvent autour de son axe lorsqu'il commence à nager à l'aide de ses pattes abdominales ; mais on constate que, même dans ce cas, l'animal conserve quelquefois son équilibre. La locomotion, que M. Delage donne comme très défectueuse, me semble reprendre entièrement ses caractères normaux. Chez le *Mysis* on peut observer les mêmes faits, mais chez la *Gebia* je n'ai observé aucun trouble, quoique les antennes intérieures, comme l'a prescrit M. Delage, fussent enlevées.

» Je ne trouve pas étrange que les animaux qu'on a privés de deux sens si importants montrent quelque défectuosité quant à leur orientation dans l'espace. Si des animaux vertébrés que l'on a blessés de la même manière (comme je l'ai vu chez les Squales qui sont aveugles de jour) s'orientent très bien, j'en tirerais seulement la conclusion que les téguments des Crustacés à carapace chitineuse éprouvent des sensations moins délicates, moins fines que les animaux à peau molle. »

ANTHROPOLOGIE. — *Sur une station humaine de l'âge de la pierre, découverte à Chaville*. Note de M. **Émile Rivière**.

« Dans la séance du 7 décembre 1885, j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie de la découverte que j'avais faite, quelque temps auparavant, d'une station préhistorique ou atelier de la pierre polie dans les bois de Clamart (Seine) et des résultats des recherches que j'y avais poursuivies ultérieurement, lesquelles ne m'avaient pas donné moins de *neuf cents silex* (instruments ou éclats).

» Aujourd'hui, je demande la permission de signaler très brièvement la nouvelle découverte d'un atelier de l'époque néolithique que j'ai faite hier même, 17 avril 1887, cette fois encore à peu de distance de Paris, c'est-à-dire sur le territoire de la commune de Chaville (Seine-et-Oise).

» Cette nouvelle station humaine est située à l'entrée du bois de ce nom,

dans la partie à droite de la route de Paris à Versailles, entre la voie ferrée (rive droite) et les bois de Ville-d'Avray proprement dits, dans un carré dont les arbres sont assez clairsemés et dont le sol, recouvert d'un tapis de mousse peu épais, est sillonné de nombreux sentiers. Cette partie du bois est appelée *Chemin vert,* d'où le nom que nous croyons pouvoir donner à cette nouvelle station.

» Le site m'avait frappé par son exposition, formant une sorte de terrasse à mi-hauteur du bois, d'où la vue s'étend au loin sur les coteaux environnants; aussi, tout en herborisant avec un de mes fils, je me demandais si ce point n'avait pas été occupé autrefois par quelque peuplade préhistorique, lorsque j'eus la bonne fortune de trouver d'abord, au pied d'un arbre, un éclat de silex pourvu de son bulbe de percussion, puis, bientôt après, un magnifique grattoir intact et parfaitement entier.

» Cette dernière pièce, large de $0^m,05$ sur $0^m,055$ de longueur, présente également sur la face inférieure son bulbe de percussion; de plus, elle est très nettement retouchée à son extrémité la plus large, ou tête, ainsi que sur une partie de ses bords. Elle représente par ses dimensions l'un des beaux grattoirs que j'aie rencontrés jusqu'à présent.

» J'ai continué mes recherches au même lieu pendant une heure environ et j'y ai trouvé, dans un espace fort restreint, une vingtaine d'autres silex, instruments ou éclats. Je citerai notamment : 1° une petite lame, longue de 41^{mm} et large de 19^{mm}, brisée, dans son temps, du côté de la base, arrondie et retouchée à son autre extrémité, ainsi que sur son bord gauche; 2° une très belle pièce, tout au moins comme dimensions; sa largeur est de 65^{mm}, sa longueur de 64^{mm}; intacte à sa base, dont la face inférieure montre un très beau bulbe de percussion, elle est malheureusement brisée à l'extrémité opposée.

» Ces différents silex étaient tous ou à la surface du sol, ou à peine engagés dans la terre. Ils sont tous d'une teinte grise plus ou moins foncée. Quelques-uns d'entre eux ont subi l'action du feu et présentent un grand nombre de craquelures. Ce sont tous des silex de la craie; ils offrent la plus grande ressemblance avec ceux que j'ai trouvés en 1884 et 1885 à la station néolithique du *Trou-au-Loup* de Clamart.

» Je ne dois pas omettre de signaler aussi un petit fragment de poterie grossière, à pâte noire et siliceuse, sans aucun ornement, parfaitement analogue aux poteries que j'ai rencontrées dans des gisements de l'âge de la pierre polie.

» Je compte poursuivre très prochainement mes recherches dans cette nouvelle station humaine, et j'espère y découvrir de nouvelles pièces confirmatives des résultats que j'indique ici très sommairement. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts. A. V.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 avril 1887.

Correspondance inédite de d'Alembert avec Cramer, Lesage, Clairaut, Turgot, Castillon, Beguelin, etc., publiée par M. Charles Henry. Paris, Gauthier-Villars, 1886; br. in-4°.

Lettres inédites de Lagrange, publiées par M. Charles Henry. Paris, Gauthier-Villars, 1886; br. in-4°.

Lettres inédites d'Euler à d'Alembert, publiées par M. Charles Henry. Paris, Gauthier-Villars, 1886; br. in-4°.

Lettres inédites de Laplace, publiées par M. Charles Henry. Paris, Gauthier-Villars, 1886; br. in-4°.

La théorie de Rameau sur la musique; par M. Charles Henry. Paris, A. Hermann, 1887; br. in-8°.

Wronski et l'esthétique musicale; par M. Charles Henry. Paris, A. Hermann, 1887; br. in-8°.

Les voyages de Balthasar de Monconys; documents pour l'histoire de la Science; par M. Charles Henry. Paris, A. Hermann, 1887; br. in-4°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, année 1886. Montpellier, Boehm et fils, 1887; br. in-4°. (Présenté par M. le général Perrier).

Anatomie de l'appareil moteur de l'œil de l'homme et des vertébrés; déductions physiologiques et chirurgicales (strabisme), par le Dr Motais (d'Angers). Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; gr. in-8°. [Présenté par M. Sappey. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)]

Embryologie de l'œuf du ver à soie; par E. de Plagniol. Privas, imprimerie du *Patriote,* 1885; br. in-8°. (2 exemplaires).

Embryologie de l'œuf du ver à soie. Deuxième Mémoire : *Des sexes; par*

E. DE PLAGNIOL. Privas, imprimerie centrale de l'Ardèche, 1887; br. in-8° (2 exemplaires).

Musci Galliæ. Herbier des mousses de France, fasc. XVI (nos 751-800), publié par AMANN, DE BREBISSON etc., sous la direction de M. T. HUSNOT; un album.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon, classe des Sciences; Vol. XXVIII. Paris, J.-B. Baillière, et Lyon, Ch. Palud, 1886; gr. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon; 5e série, T. IX, 1886. Paris, J.-B. Baillière, et Lyon, Pitrat et Georg; gr. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; T. LXII, année 1886; n° 3. Moscou, imprimerie de l'Université impériale; in-8°.

Su l'accordo della teoria cinetica dei gas colla termodinamica e sopra un principio della cinetica ammesso finora come vero. Nota del dott. ALESSANDRO SANDRUCCI. Roma, tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1887; br. in-4°.

Progetto di lege organica per l'amministrazione della sanità pubblica, proposto dalla reale Società italiana d'Igiene. Milano, stabilimento Giuseppe Civelli, 1887; br. in-4°.

Journal of the College of Science, imperial University Japan; Vol. I, Part I. Published by the University. Tokyo, Japan, 1886; in-4°.

Die Venus-Durchgänge 1874 *und* 1882*; deutsche Beobachtungen, IV.* Berlin, 1887; gr. in-4°.

Annalen des physikalischen Central-Observatorium; Jahrgang 1885. Saint-Petersburg, 1886; gr. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 AVRIL 1887.

Compte général de l'administration des Finances rendu pour l'année 1885; *par* le MINISTRE DES FINANCES. Paris, Imprimerie nationale, 1887; gr. in-4°.

Étude numérique des concours de compensation des chronomètres faits à l'observatoire de Genève en 1884 *et* 1886; *par* M. GUSTAVE CELLÉRIER. Genève, Charles Schuchardt, 1887; br. in-4°.

Notes sur l'histoire de la Photographie astronomique; par M. G. RAYET. Paris, Gauthier-Villars, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Influence des phénomènes sismiques sur l'intensité des courants telluriques. Bruits téléphoniques qui précèdent et accompagnent les tremblements de terre; par M. EUGÈNE DUFOURCET. Dax, J. Justère, 1887; br. in-8°.

Les véritables origines de la question phylloxérique; par A.-L. DONNADIEU. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; br. in-8°.

Compte rendu des travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département du Rhône (du 1er janvier 1860 au 31 décembre 1885); première Partie; par le Dr A. LACASSAGNE. Lyon, A. Storck, 1887; in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

La rage envisagée chez les animaux et chez l'homme; par V. GALTIER. Lyon, L. Bourgeon, 1886; in-8°. (Présenté par M. Chauveau. Renvoi au concours Bréant.)

Action du foie sur les poisons; par le Dr G.-H. ROGER. Paris, G. Steinheil; in-8°. (Présenté par M. Brown-Séquard.)

Études de Pathologie et de Clinique médicales; par le Dr AUGUSTE OLLIVIER. Paris, G. Steinheil, 1887; in-8°.

La tuberculose des animaux et la phtisie humaine; par G. BUTEL. Paris, Asselin et Houzeau, 1887; br. in-8°.

Bulletin de la Société de Médecine légale de France. T. IX; deuxième Partie. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; in-8°.

Les Annélides polychètes des côtes de Dinard; première Partie, par le baron DE SAINT-JOSEPH. Paris, G. Masson, 1887; in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Recherches sur la succession des faunes de Vertébrés miocènes de la vallée du Rhône; par le Dr CH. DEPÉRET. Lyon, Henri Georg, 1887; in-f°. (Présenté par M. Gaudry.)

Les phosphates, leurs fonctions chez les êtres vivants; par L. JOLLY. Paris, Georges Carré, 1887; gr. in-8°. (Renvoi au concours Barbier.)

Sopra un problema di analisi indeterminata. Nota per M. MARTONE. Catanzaro, G. Dastoli, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. TACCHINI. Roma, tipografia eredi Botta, 1887; br. in-4°.

On the choice of instruments for stellar Photography; by HOWARD GRUBB. London, 1887; br. in-8°. (Trois exemplaires.)

Observations faites au cercle méridien de l'observatoire de Stockholm. Détermination des distances polaires de l'année 1875; *par* HUGO GYLDÉN. Stockholm, 1885; br. in-4°.

Quelques remarques sur un cas spécial du problème des trois corps. Application à Hécuba (108); *par* PAUL HARZER. Stockholm, 1886; br. in-4°.

Recherches sur le mouvement de la Lune autour de la Terre d'après la théorie de M. Gyldén; par Alexandre Shdanow. Stockholm, 1885; br. in-4°.

Bestämning af longitudsskilnaden mellan Stockholm och Uppsala, af P.-G. Rosen. Stockholm, 1885; br. in-4°.

Observations astronomiques faites par B. d'Engelhardt *dans son observatoire à Dresde;* première Partie. Dresde, Guillaume Baensch, 1886; gr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AVRIL 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que le tome CII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques sur la Note de M.* Colladon *en date du* 18 *avril*; par M. **Faye**.

« La discussion actuelle entre M. Colladon et moi vient d'aboutir à une conclusion fort inattendue. M. Colladon pensait avoir introduit en Météorologie un principe général, le même que celui de M. H. Lasne, pour rendre compte des girations atmosphériques. J'ai cru, avec M. H. Lasne, que ce principe ne s'appliquait pas seulement aux trombes, mais aussi aux cyclones, et c'est alors que j'ai objecté à M. Colladon le mouvement

de translation régulier des tempêtes, dont son principe ne tient pas compte.

» M. Colladon me répond, dans la Note du 18 avril, qu'il n'a eu en vue que les trombes aériennes terrestres ou marines, non les tornados et les cyclones.

» Cependant les cyclones présentent les plus grandes analogies avec les trombes : les uns et les autres sont des tourbillons descendants à axe vertical qui prennent naissance dans les courants supérieurs de l'atmosphère. Les cyclones sont beaucoup plus grands; leurs courants générateurs sont situés beaucoup plus haut. Voilà toute la différence. Malgré ces différences, tout le monde convenait jusqu'ici qu'une même théorie générale doit s'appliquer à ces deux ordres de phénomènes.

» Quant à séparer les trombes des tornados, il n'y a pas à y penser. La trombe de Monville et de Malaunay, en France, celle d'Assonval, celle de Moncetz, etc., sont de véritables tornados. Les trombes aux États-Unis sont plus fréquentes, plus terribles encore, mais il y en a aussi de moindres que les nôtres. Ce sont là deux noms différents qu'on applique, selon les pays, au même phénomène.

» Il est bien vrai que les trombes citées par M. Colladon présentent des particularités fort étranges. Mais ces particularités étranges ne se retrouvent plus dans les études sérieuses, telles que celles que le *Signal Office* des États-Unis a instituées sur les instances réitérées des populations alarmées par ces redoutables fléaux. Par exemple, M. Colladon pense, d'après les observations de M. Pictet, que le sens de la giration change d'une trombe à l'autre, qu'en temps de calme les trombes peuvent rester stationnaires pendant des heures entières, que si elles commencent à se mouvoir, c'est sous l'impulsion d'une brise qui vient à se lever et qu'alors la trombe marche dans la direction du vent. Il me sera permis sans doute de contrôler ces assertions à l'aide des précieux documents du *Signal Office*.

» Voyons d'abord si les trombes ou les tornados tournent indifféremment de gauche à droite ou de droite à gauche. J'ouvre la collection des 600 trombes observées aux États-Unis de 1794 à 1881 et j'y trouve que le sens de la giration a été indiqué pour 100 d'entre elles. Eh bien, sur ces 100 cas, la giration a été 100 fois de droite à gauche.

» Je ne me tiens pas pour satisfait, car on n'attachait guère d'importance, autrefois, à bien reconnaître le sens de la giration. Mais, dans les documents relatifs à l'année 1884, je trouve 102 déterminations sur lesquelles 96 pour le sens de droite à gauche, et 6 seulement pour le sens

opposé. J'ajoute que, dans tous les cas où ce sens a été déterminé par l'observation des débris, c'est-à-dire par une méthode irrécusable, on a trouvé le sens direct, c'est-à-dire de droite à gauche. Nous voilà bien loin de l'assertion des personnes qui croient que le sens de la giration est indifférent et change d'une trombe à l'autre.

» Opérons de même pour la question d'immobilité des trombes. M. Colladon rapporte un cas où une trombe serait restée en place cinq heures de suite. C'est bien singulier! Pour moi, je passe en revue les 800 tornados dont j'ai la description sous les yeux, sans y rencontrer un seul cas d'immobilité. Toutes marchent avec des vitesses assez variables, comprises entre 12 et 60 *miles* par heure. Il en est de même de nos tornados. Depuis une quinzaine d'années, j'ai eu occasion de discuter un assez grand nombre de trombes européennes qui toutes se comportent comme celles des États-Unis. Cependant, beaucoup de ces trombes ont fait leur apparition par un temps calme. Si pendant quelques instants une trombe a pu paraître immobile, c'est que le spectateur unique s'était trouvé juste sur la trajectoire.

» Est-il bien vrai que les trombes suivent le vent? Les observations du *Signal Office* nous montrent, au contraire, que presque toutes marchent dans la direction du nord-est quel que soit le vent, même quand celui-ci souffle perpendiculairement à la trajectoire. Sur les 393 tornados de la première série, dont la direction a été donnée, 310 ont marché au nord-est, et pas un vers le sud-ouest; la seconde série nous donne 88 tornados, sur 141, dirigés vers le nord-est, et pas un dans le sens contraire. Le seul effet que le vent produise sur les tornados ou trombes, lorsqu'il souffle perpendiculairement à leur trajectoire, c'est une sorte de balancement qui affecte la partie inférieure, et fait naître certains zigzags dans leur marche, dont la direction générale n'est nullement altérée.

» Ainsi, les trombes ou tornados que nous avons étudiés avec tant de soin, à l'aide de renseignements authentiques [1], et dont nous venons de constater la liaison avec la présence et la propagation des dépressions du baromètre en Europe et en Amérique, ne cadrent pas du tout avec les phénomènes observés par M. Colladon ou par son éminent ami M. Pictet. Serait-ce donc exclusivement à ces derniers que son principe général de Météorologie serait applicable?

---

[1] Voir, dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1886, ma Notice sur les treize tornados des 29 et 30 mai 1879, aux États-Unis.

» Je ferai remarquer cependant que, plus on étudie de près les phénomènes étonnants dont la Science possède la description, et plus leurs caractères exceptionnels s'effacent ou apparaissent comme de simples illusions dont l'observateur aurait été victime. Ils rentrent de plus en plus dans la règle ou la forme générale que les études les plus sérieuses nous conduisent à attribuer aux mouvements giratoires. Pour moi, je pense qu'il peut exister dans l'atmosphère, en dehors des minima barométriques, des courants passagers dans lesquels se formeraient des trombes dont le sens de giration et le mouvement de translation ne se rangeraient pas à la loi commune; mais je ne comprendrais pas que ces mêmes mouvements tourbillonnaires à axe vertical, dont la figure reproduit si fidèlement celle des trombes et des tornados ordinaires, différassent totalement de ceux-ci sous tous les autres rapports. Les trombes de M. Raoul Pictet, qui se forment presque chaque jour au même point, par exemple au sommet de quelque monticule de sable, dans lesquelles on peut entrer et sortir un thermomètre à la main, qui enlèvent dans leur intérieur, à un millier de mètres, du sable, du papier ou du linge, qui restent immobiles au même point cinq heures de suite, et qui se mettent en marche vers les montagnes voisines sous l'impulsion de la brise de mer, se présentent à mon esprit comme une énigme indéchiffrable, et j'oserai dire à notre illustre Confrère, M. Colladon, que son principe général lui-même, qui, à mes yeux, a le mérite d'être basé sur une expérience plus ou moins complète, serait impuissant à expliquer de pareils phénomènes. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences pour la détermination du coefficient de l'activité nutritive et respiratoire des muscles en repos et en travail;* par M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de M. **Kaufmann**.

« Il n'y a pas de question plus importante, en Physiologie générale, que l'étude des rapports existant entre le travail chimique et le travail mécanique des muscles; il n'y en a pas, non plus, où la pénurie de documents exacts se fasse plus fâcheusement sentir. Les expériences nouvelles dont il va être rendu compte ont eu pour but de procurer à la Science quelques-uns de ces documents sur l'un des points les plus délicats de la question.

» Voici le problème que j'ai cherché à résoudre : *Déterminer, pour un poids donné de tissu musculaire vivant et pour toutes les conditions physiologiques normales et régulières de ce tissu : 1° la quantité de sang qui le traverse,*

dans l'unité de temps, pour alimenter sa nutrition; 2° *le poids de l'oxygène qu'absorbe ce tissu et de l'acide carbonique qu'il excrète dans la même unité de temps;* 3° *celui des substances qui fournissent le carbone contenu dans ce dernier gaz* (1). En d'autres termes, les expériences qui vont être produites tendent à fixer l'activité spécifique des échanges intramusculaires, c'est-à-dire le coefficient de l'activité nutritive et respiratoire du tissu musculaire en repos et en travail.

» Il est bien entendu que le terme *respiratoire* est pris ici dans son acception physiologique la plus générale, celle qui étend le domaine de la respiration jusqu'aux échanges gazeux qui se passent dans l'intimité de tous nos tissus.

» Après bien des recherches et des tentatives infructueuses, j'ai trouvé, chez le cheval, un muscle qui se prête parfaitement aux expériences nécessaires à cette nouvelle détermination. C'est le *releveur propre de la lèvre supérieure*. Ce muscle est facilement accessible et doué de l'avantage d'entrer, à la volonté de l'opérateur, en état de repos ou d'activité physiologique, sa fonction étant intimement liée à l'exercice de la mastication. De plus, *très souvent*, l'émonctoire veineux du sang est unique, ce qui permet de recueillir *tout* le sang veineux qui sort du muscle et rien que ce sang musculaire à l'exclusion de tout autre. On peut donc peser le sang qui s'écoule de la veine dans un temps donné, l'analyser, le comparer au sang qui entre dans l'organe et rapporter au poids du muscle les résultats obtenus. Avec ces éléments, il est facile de calculer, pour *un gramme* de tissu musculaire et *une minute de temps*, l'activité spécifique ou les divers coefficients des échanges nutritifs et respiratoires qui se passent dans le muscle en repos et en travail.

» Les expériences que j'ai à citer sont au nombre de quatre. Elles ont été faites sur des chevaux en bonne santé, de même taille, chez lesquels la conformation des dents et des lèvres permettait de supposer qu'au moment d'un repas d'avoine le travail du muscle releveur de la lèvre aurait la même valeur si les chevaux mangeaient avec le même appétit et la même avidité. Tous ces animaux étaient très maigres; mais l'un surtout, le n° 3, se distinguait particulièrement sous ce rapport; son muscle releveur de la lèvre supérieure était fort aminci, comme tous les autres mus-

---

(1) J'ai négligé, pour le moment, à cause de leur moindre importance, les autres matières entre lesquelles s'exercent les échanges nutritifs et respiratoires.

cles, du reste. Cette particularité nous a permis de faire une de nos plus intéressantes constatations.

» On a remarqué, pendant ces expériences, que les sujets n°s 1 et 2, quoique mangeant bien, ne mettaient pas au repas la même ardeur que les sujets n°s 3 et 4. C'est à noter également pour l'appréciation du résultat des expériences.

» Première expérience. — Cette expérience a visé exclusivement la détermination du coefficient de l'irrigation sanguine. Elle a été faite sur un cheval d'une tranquillité parfaite, pris à l'écurie pendant son repas du matin pour être amené au laboratoire. Il mangeait posément, sans gloutonnerie. On a agi successivement sur le muscle du côté gauche et celui du côté droit.

» *a. Poids du muscle gauche :* 22^{gr},30 ; *Poids du muscle droit :* 22^{gr},80.

» *b. Irrigation sanguine. Muscle gauche :*

		Sang recueilli en 5 minutes.			Coefficient de l'irrigation sanguine.
		gr		gr	gr
1. Repos...	1re prise...	14,15	Moyenne :	14,33	0,128
	2e » ...	13,33			
	3^{e} » ...	15,50			
2. Travail..	4^{e} » ...	62,50	Moyenne :	66,60	0,597
	5^{e} » ...	70,70			

» *c. Irrigation sanguine. Muscle droit :*

		Sang recueilli en 5 minutes.			Coefficient de l'irrigation sanguine.
		gr		gr	gr
3. Repos...	1re prise..	6,12	Moyenne :	7,66	0,067
	2^{e} » ..	7,77			
	3^{e} » ..	9,08			
4. Travail..	4e » ..	68,70	Moyenne :	66,94	0,596
	5e » ..	67,18			
5. Repos...	6e prise..	11,15	Moyenne ;	18,34	0,161
	7e » ..	13,05			
	8e » ..	26,00			
	9e » ..	22,80			
	10e » ..	18,70			
6. Travail..	11e » ..	65,70	Moyenne :	64,70	0,565
	12e » ..	63,70			

» Deuxième expérience. — Sur une jument difficile et méchante. Les difficultés ont été telles qu'on a dû plusieurs fois suspendre les opérations. On y a consacré deux jours. Le premier jour, le muscle d'un côté a fourni le sang nécessaire au calcul du coefficient de l'irrigation sanguine et à la détermination du sucre consommé. Encore,

pour ce dernier objet, n'a-t-on pu prendre qu'une fois le sang artériel. Le second jour, on a recueilli, sur le muscle du côté opposé, le sang destiné à l'extraction des gaz.

» L'animal avait bon appétit et mangeait bien, mais sans se presser à aucun moment.

» *a. Poids des muscles :* 23^gr^,80 chacun.

» *b. Irrigation sanguine :*

		Sang recueilli en 5 minutes.	Coefficient de l'irrigation sanguine.	
Repos....	1re prise....................	6,88 gr	0,058 gr	Moyenne : 0,0843 gr
	3e prise (10 minutes après travail très court)..........	14,45	0,121	
	4e prise (1 heure après nouveau travail très court)........	8,77	0,073	
Travail...	2e prise (travail très court)....	72,69	0,611	0,611

» *c. Sucre du sang* (dans 1000^gr^) :

	Artère.	Veine.	Sucre absorbé par le muscle.
Repos..............	1^gr^,975	1^gr^,904	0^gr^,071 (?)
Travail (début)......	»	1^gr^,860	0^gr^,115 (?)

» La seule prise de sang artériel qu'il ait été possible de faire sur cet animal difficile, pour le dosage du sucre, a été exécutée pendant l'état de repos, mais non pas au moment de la prise du sang veineux. C'est immédiatement après. Comme les deux prises de sang veineux, pendant les périodes de repos et de travail, se sont succédé assez rapidement, il y a quelques chances pour que la composition du sang artériel ne se soit pas modifiée beaucoup dans l'intervalle qui sépare ces deux prises de sang veineux. Aussi l'unique analyse de sang artériel peut-elle, dans une certaine mesure, être rapportée aux deux analyses de sang veineux.

» *d. Gaz du sang* (dans 100^cc^) :

		Artère.	Veine.	Gaz pris au sang par le muscle (O).	Gaz cédé au sang par le muscle (CO^2).
Repos....	Acide carbonique....	54,6 cc	56,9 cc		2^cc^,3
	Oxygène............	11,1	7 »	4^cc^,1	
	Azote..............	1,9	1,4		
	Volume total......	67,6	65,3		
Travail (très court).	Acide carbonique	51,4 cc	62,3 cc		10^cc^,9
	Oxygène............	11,7	3,1	8^cc^,6	
	Azote..............	1,9	1,9		
	Volume total......	65 »	67,3		

» *e. Résultats du calcul de l'activité spécifique des échanges intramusculaires.*

	Repos.	Travail.
	gr	gr
Coefficient de l'irrigation sanguine moyenne.....	0,0843000	0,61100000
» de l'absorption de l'oxygène.........	0,00000479	0,00007148
» de l'excrétion de l'acide carbonique...	0,00000365	0,00012534
» de l'absorption de la glycose.........	0,00000598 (?)	0,00007026 (?)

» Troisième expérience. — Vieux cheval, de même taille que le précédent, bien portant, mais réduit à des muscles misérables par insuffisance d'alimentation. Parfaitement tranquille. Toutes les opérations se font rapidement, avec sûreté et grande facilité. L'animal est pris dans l'écurie pendant son repas pour être amené au laboratoire.

» Il mange avec la plus grande avidité.

» *a. Poids du muscle :* 13gr.

» *b. Irrigation sanguine :*

	Sang recueilli en 5 minutes.	Coefficient de l'irrigation sanguinaire.
	gr	gr
N° 1. Repos...........................	24,30	0,374
N° 2. Travail court (3 minutes après n° 1)...	81,45	1,235
N° 3. Repos (10 minutes après n° 2).......	24,30	0,374

» *c. Gaz du sang* (dans 100cc) :

		Artère.	Veine.	Gaz pris au sang par le muscle (O).	Gaz cédé au sang par le muscle (CO^2).
		cc	cc	cc	cc
Repos...	Acide carbonique.....	60,14	61,80	»	1,66
	Oxygène.............	12,20	9,90	2,30	»
	Azote................	1,40	1,40	»	»
	Volume total des gaz.	73,74	73,10	»	»
Travail très court.	Acide carbonique.....	53,95	69,00	»	15,05 (1)
	Oxygène.............	13,14	1,30	11,84	»
	Azote................	2,16	1,70	»	»
	Volume total des gaz.	69,25	72,00	»	»

» *d. Sucre du sang* (dans 1000gr) :

	Artère.	Veine.	Sucre absorbé par le muscle.
	gr	gr	gr
Repos.................	1,738	1,568	0,170
Travail (début).........	1,830	1,652	0,178

(1) Chiffre peut-être un peu trop fort. On peut se demander, en effet, si l'extraction de l'acide carbonique a été poussée aussi loin dans le sang artériel que dans le sang veineux, malgré toutes les précautions prises pour identifier les conditions de l'extraction.

» *e. Résultats du calcul de l'activité spécifique des échanges intramusculaires :*

	Repos.	Travail.
Coefficient de l'irrigation sanguine moyenne........	0,37400000 gr	1,25300000 gr
» de l'absorption de l'oxygène............	0,00001167	0,00020190
» de l'excrétion de l'acide carbonique.....	0,00001168	0,00035488 (?)
» de l'absorption de la glycose...........	0,00006358	0,00022303

» Les deux coefficients de l'irrigation sanguine paraissent bien élevés dans cette expérience. Il était facile de prévoir, quand on a mesuré le débit du sang, qu'il donnerait ces gros chiffres. Aussi a-t-on vérifié avec le plus grand soin l'état des vaisseaux du muscle. Nous pouvons affirmer que le sang recueilli provenait exclusivement de celui-ci. On comprend, du reste, que le muscle faisant, quoique d'un poids très faible, le même travail que s'il était bien nourri, l'activité nutritive et respiratoire spécifique devait y être relativement élevée.

» Quatrième expérience. — Vieux cheval maigre, de la taille des deux précédents, encore solide, tranquille. A jeun depuis environ six heures quand on commence les opérations, pour lesquelles on choisit le côté droit de l'animal. Le sujet mange très avidement.

» Expérience faite dans les meilleures conditions.

» *a. Poids du muscle :* 21gr.

» *b. Irrigation sanguine :*

	Sang recueilli en 5 minutes.	Coefficient de l'irrigation sanguine.	
N° 1. Repos........................	14,60 gr	0,139 gr	Moyenne : 0,142 gr
N° 3. Repos (5 minutes après cessation du travail).................	15,10	0,144	
N° 2. Travail court (3 minutes après n° 1)......................	100,00	0,952	0,952

» *c. Gaz du sang* (dans 100cc) :

		Artère.	Veine.	Gaz pris au sang par le muscle (O).	Gaz cédé au sang par le muscle (CO^2).
Repos.	Acide carbonique..........	51,10 cc	53,04 cc	»	1,94 cc
	Oxygène.................	13,14	10,97	2cc,17	»
	Azote..................	2,00	1,39	»	»
	Volume total du gaz....	66,24	65,40	»	»
Travail (début).	Acide carbonique	48,55	62,90	»	14,35 [1]
	Oxygène.................	13,30	1,80	11cc,50	»
	Azote..................	1,85	1,70	»	»
	Volume total du gaz....	63,70	66,40	»	»

[1] Même remarque pour le chiffre analogue de l'expérience précédente.

» *d. Sucre du sang* (dans 1000gr) :

	Artère.	Veine.	Sucre absorbé par le muscle.
Repos..............	2gr,352	2gr,072	0gr,280 (?)
Travail (début).......	2gr,105	1gr,970	0gr,135

» Un accident a empêché d'utiliser, pour le dosage du sucre absorbé pendant le repos du muscle, le sang artériel recueilli en même temps que le sang veineux. On a dû faire, *après*, une nouvelle prise de sang artériel dans des conditions qu'on ne peut pas affirmer être exactement comparables à celles de la prise du sang veineux correspondant.

» *e. Résultats du calcul de l'activité spécifique des échanges intramusculaires :*

	Repos.	Travail.
	gr	gr
Coefficient de l'irrigation sanguine moyenne........	0,14200000	0,95200000
Coefficient de l'absorption de l'oxygène.............	0,00000419	0,00014899
Coefficient de l'excrétion de l'acide carbonique......	0,00000518	0,00025709
Coefficient de l'absorption de la glycose............	0,00003976 (?)	0,00012852

» Les faits généraux qu'on peut tirer des quatre expériences qui viennent d'être racontées sont assez importants pour exiger une discussion et une exposition spéciales. »

BOTANIQUE. — *Une nouvelle espèce de Truffe* (Tuber uncinatum); par M. **Ad. Chatin**.

« M'occupant de refaire, en le complétant sur plusieurs points, le petit livre sur la *Truffe* que je publiai en 1869, à l'occasion d'un Rapport à la *Société d'Encouragement* que m'avait demandé M. Dumas, j'ai été conduit à reconnaître que, contrairement au sentiment accrédité par M. Ant. Passy à la suite de déterminations qu'aurait faites, à sa demande, M. Tulasne, les Truffes de Champagne et de Bourgogne ne sont pas produites par les *Tuber rufum* et *æstivum*, mais par une espèce que les botanistes n'ont pas encore décrite. C'est cette espèce, importante par le mouvement d'affaires auquel elle donne lieu, et que distinguent bien de ses congénères les paysans qui la récoltent et les marchands dont elle alimente le commerce, qui est l'objet de la présente Note.

» Dans le cours de mes premières études sur la Truffe, remontant aux années 1868-1869, études qui, je l'avoue, avaient moins pour objet son histoire naturelle que sa culture, j'avais remarqué que les produits de la Bourgogne et de la Champagne présentaient sur leurs spores, d'ailleurs

alvéolées-réticulées, des papilles recourbées en crochet; mais je n'y pris garde, supposant que ces papilles en crochet n'étaient autres que des papilles, normalement dressées et accidentellement déformées par la dessiccation, du *Tuber mesentericum* (dissident cependant par d'autres caractères), espèce regardée, à tort d'après M. Grimblot, conservateur des forêts à Chaumont (Haute-Marne), comme fort répandue dans le nord-est. J'avais bien aussi remarqué des papilles en crochet dans quelques Truffes de Vaucluse, du Lot et de la Vienne, mêlées à des envois de la vraie Truffe noire; mais croyant toujours à un effet de dessiccation, je continuai de ne pas m'en préoccuper.

» J'en étais là quand, reprenant pour les compléter, au point de vue de l'histoire naturelle surtout, mes premières recherches, je reçus d'Arc-en-Barrois, de M. Ad. Dailly, et des environs d'Avallon, de M. Bouchardat, tous deux mes très regrettés Confrères à la Société nationale d'Agriculture, et de marchands de Dijon des lots de Truffes dont toutes les spores avaient leurs poils courbés en crochet. Cette fois, mon attention s'éveilla; je me fis adresser quelques Truffes immergées dans l'eau dès le moment de leur récolte, et elles aussi avaient les papilles de leurs spores recourbées. Plus de doutes : il y avait là un caractère normal, caractéristique d'une espèce nouvelle, pour laquelle la dénomination de *Tuber uncinatum* était tout indiquée.

» J'avais d'abord eu la pensée de dénommer l'espèce *burgundicum*, mais je ne m'y arrêtai pas, celle-ci étant aussi répandue en Champagne qu'en Bourgogne et faisant, en outre, partie de la florule mycologique souterraine de la plupart des contrées où vient la vraie, la bonne Truffe noire.

» M. Grimblot, qui, depuis dix ans, s'occupe, avec son ami M. de Ferry de la Bellone, de recherches sur les Truffes, recherches commencées en Vaucluse et continuées dans la Haute-Marne, m'écrit en effet ceci :

» Le *Tuber uncinatum* (ce nom est préférable à celui de *burgundicum*) est bien l'espèce alimentaire principale de la Haute-Marne, où elle constitue au moins les $\frac{9}{10}$ de la récolte, le reste étant formé par le *Tuber bituminatum* (pris à tort pour le *Tuber mesentericum*) et un peu par le *Tuber brumale*. Nous avons en outre, comme mauvaises Truffes : les *jaunes* (*Tuber rapæodorum* et *Tuber excavatum*) et la *Rougeotte* (*Tuber rufum*).

» Le *Tuber uncinatum* présente ce caractère, commun avec le *Tuber melanosporum*, d'être recouvert d'une enveloppe noire et verruqueuse, à facettes, ce qui permet de l'y mêler en Périgord, etc.; sa chair, blanche aussi dans la période estivale, prend à sa maturité la teinte gris brun des spores; cette coloration se fonce par la cuisson, mais sans jamais atteindre

le noir bleu de celles du *Tuber melanosporum ;* les sporanges, ovales-arrondies, renferment, comme celles de ce dernier, le plus souvent 4 spores, quelquefois moins, très rarement de 5 à 6; les spores, oblongues et ayant en moyenne de $\frac{2}{100}$ à $\frac{3}{100}$ de millimètre dans leurs diamètres, sont alvéolées-réticulées, comme dans le *Tuber æstivum;* mais elles portent, en outre, d'assez fortes papilles recourbées brusquement en crochet.

» Le *Tuber mesentericum* a bien aussi des spores brunes, à la fois réticulées et hérissées, mais ses papilles sont droites et courtes, etc.

» On remarquera que le *Tuber uncinatum* présente ce double intérêt : d'être resté inconnu des botanistes, sous les yeux desquels il a dû passer plus d'une fois, comme sous les miens en 1868-1869 ; d'être fort répandu, étant mêlé çà et là au *Tuber melanosporum* dans le Périgord et le Quercy, le Dauphiné, la Provence et le Poitou, et de constituer, seul ou à peu près seul, à l'exclusion (?) du *Tuber melanosporum,* la Truffe alimentaire récoltée dans la Bourgogne et la Champagne. La première a pour domaine le sud-est, le sud, le sud-ouest et le centre de la France ; la seconde occupe nos provinces de l'Est, d'où elle s'étend plus ou moins vers le nord-est et le sud-est. Les botanistes, maintenant prévenus, ne manqueront pas de fixer les limites de son aire, en tant qu'aire dominatrice.

» Au point de vue de la Géographie botanique, on relèvera que la Truffe de Bourgogne-Champagne a des représentants dans tous les centres de production de la Truffe du Périgord, tandis que celle-ci manque, ou du moins n'a pas encore été observée au milieu des domaines de la première, ce dont on peut s'étonner en considérant que les mêmes sols (calcaires, et surtout calcaires jurassiques) et les mêmes arbres (Chênes, Noisetiers, Pins, etc.) sont également favorables à chacune des deux espèces. Resterait le climat; mais, ainsi que je l'ai dit pour la Truffe du Périgord, le climat de la Vigne est le sien, et on la voit même s'élever un peu au-dessus de celle-ci sur les roches néocomiennes du Ventoux et de la chaîne qui remonte en Dauphiné, par le Vercors, vers Grenoble et la Grande-Chartreuse.

» La culture pourrait, d'ailleurs, aider efficacement au transport du *Tuber melanosporum,* la reine des Truffes, dans les lieux où croît le *Tuber uncinatum.* Un essai, portant sur environ 2^{ha}, a même été fait il y a huit ou dix ans, à mon instigation, par le regretté général Martin des Paillères qui a opéré le boisement, en glands dits *truffiers* tirés des Basses-Alpes et du Poitou, d'un sol rocailleux situé à Autreville, près de Chaumont-en-Bassigny.

» Le moment semble proche où l'on devrait connaître les résultats de

cette tentative, lesquels pourraient être retardés, ou même négatifs, par les causes ci-après : manque de binages au jeune bois; absence de spores du *Tuber melanosporum* sur les glands importés; envahissement du sol par le *Tuber uncinatum*, dont les spores, diffusées sur le sol de la région, n'attendaient qu'un boisement pour s'y développer, comme cela arrive pour le *Tuber melanosporum* dans les pays où celui-ci est indigène, quelle que soit l'origine des glands. C'est ainsi que M. Grimblot a vu au Ventoux la Truffe du Périgord apparaître à la suite d'un boisement fait avec des glands de Bourgogne. De là, indication de mêler aux glands exportés une certaine quantité de terre, toujours effritée comme on sait, des truffières, cette terre remplaçant les composts à base de détritus ou de poussières de Truffes, employés avec succès dans leurs expériences par de Borch et Bressy (de Pernes).

» Du reste, les pays qui produisent le *Tuber uncinatum* retirent de celui-ci un assez grand profit pour se passer volontiers du *Tuber melanosporum*, leur Truffe, suffisamment estimée, étant, en raison de sa précocité, maîtresse des marchés d'octobre à décembre. L'importance de sa récolte peut d'ailleurs être appréciée par ce fait que, suivant M. Ant. Passy, et pour ne parler que d'un point de la Haute-Marne, la commune de Richebourg, sur la route d'Arc-en-Barrois à Chaumont, compte trente personnes occupées dans la saison des Truffes à leur recherche. Paris, Lyon, Strasbourg, Dijon, Lille et Bruxelles sont les principales villes où celles-ci se consomment.

Comme importance, le *Tuber uncinatum* tient en France le deuxième rang, le premier appartenant au *Tuber melanosporum;* vient au troisième rang le *Tuber æstivum*. L'Italie a le *Tuber magnatum*, Truffe blanche comme le *Tuber æstivum* et d'odeur alliacée, remplacée en Algérie et Tunisie par le *Terfezia Leonis*, sorte de Truffe blanchâtre comme ces deux dernières, mais sans veines et à sporanges contenant ordinairement huit spores à courtes et épaisses papilles tronquées ayant la forme de dents d'engrenages, etc. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Observation de deux cas de rage*. Note de M. **Janssen**.

« M. de Lesseps m'a prié de communiquer à l'Académie un cas de rage qui s'est produit dans les écuries de son fils, M. Charles de Lesseps.

» Dans ces écuries se trouvaient, il y a un mois environ, deux chiens dont l'un donna des signes inquiétants qui attirèrent l'attention du premier cocher. Cet homme, qui avait à la main des excoriations, eut l'impru-

dence d'introduire cette main même dans la gueule du chien pour l'examiner. L'état du chien s'aggrava bientôt, il se sauva de l'écurie et ne reparut plus. Le premier cocher, persuadé avec raison que le chien était devenu enragé, se mit en traitement dans l'établissement de M. Pasteur et aujourd'hui il est parfaitement guéri.

» Mais la même écurie contenait, comme nous le disions au commencement, un second chien, compagnon du premier. Ce chien lécha à la figure le second cocher et, paraît-il, en des points où la chair était à nu. Bientôt cet animal donne à son tour des signes inquiétants; on le place chez un vétérinaire et il y meurt de la rage. Le second cocher, en apprenant cette terminaison funeste, se frappe; il présente bientôt à son tour les symptômes les plus effrayants de la rage. On le fait entrer dans un hôpital, et il y meurt bientôt.

» Les deux personnes dont nous parlons ont donc été placées dans des conditions semblables pour contracter la terrible maladie, mais la première s'est fait traiter et a été sauvée; la seconde, malheureusement, ne l'a pas été et est morte misérablement.

» Messieurs, il me semble que les événements conspirent avec nous pour souhaiter la bienvenue à notre illustre Confrère, M. Pasteur, qui revient aujourd'hui parmi nous et en bonne santé, puisqu'ils nous donnent, comme à point nommé, un exemple aussi démonstratif de l'efficacité de la méthode préventive de la rage. Déplorons seulement que les démonstrations, en ces terribles matières, ne puissent être obtenues, dans toute leur évidence et leur clarté, qu'au prix de vies humaines. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Renseignements sur un coup de foudre d'une intensité très exceptionnelle*; par M. **Daniel Colladon**.

« Lorsqu'on essaye de faire les bilans annuels des grandes perturbations, soit de l'atmosphère, soit de l'écorce du globe, pendant la durée des vingt dernières années, pour les comparer avec ceux des vingt années antérieures, il semble que nous sommes comparativement dans une époque où ces phénomènes ont atteint, ou approchent d'un maximum d'intensité.

» Cette augmentation est-elle réelle ou apparente? Est-elle seulement le résultat du rapide accroissement des organes de publicité et du plus grand nombre des stations météorologiques? C'est ce qu'il est difficile d'apprécier; mais on peut admettre que, depuis quelques années, le nombre

des dévastations cycloniques, celui des orages dévastateurs, de fortes chutes de grêle et des tremblements de terre, a subi en réalité une augmentation notable.

» J'ai à décrire un coup de foudre qui a frappé, le 7 du courant, un grand peuplier à Schoren, village bernois, à 1^{km} de la ville de Langenthal, et qui a produit dans ce village et dans les environs, jusqu'à quelques centaines de mètres, des dégâts qui pourraient être comparés à ceux produits par l'explosion d'une poudrière.

» Ces faits méritent d'être étudiés, soit dans un but scientifique, soit en vue de la sécurité des bâtiments qu'on désire préserver des effets de la foudre.

» Les détails publiés par quelques journaux sur ce foudroiement paraissaient si anormaux que, ne pouvant me rendre sur place et désirant les faire vérifier avec soin, j'ai eu recours à trois bons observateurs, qualifiés pour cette étude : M. Ziegler, forestier en chef du district de Langenthal; M. W. Sahli, docteur-médecin à Langenthal, et M. F. Kronauer, recteur du progymnase de la même ville, auxquels j'ai adressé une série de questions à examiner sur place. Tous trois y ont répondu avec une grande obligeance.

» Dans mon questionnaire, j'insistais, entre autres détails, sur les points suivants que des études précédentes m'ont appris avoir une notable importance : Le peuplier était-il de grande taille et isolé ou entouré d'autres arbres de même hauteur? Son pied était-il très voisin d'un ruisseau ou d'une pièce d'eau? Le coup de foudre avait-il été précédé, accompagné ou seulement suivi d'une très forte averse? Je demandais enfin des mesures très approximatives des plus grandes distances auxquelles quelques gros éclats avaient été projetés, et des fenêtres endommagées ou brisées par la commotion.

» Ces messieurs, ayant visité Schoren à des jours différents, m'ont envoyé séparément des lettres, dont les récits fort détaillés concordent bien sur tous les points essentiels. J'en extrais les renseignements suivants :

» Le peuplier frappé était un arbre sain, de $0^m,90$ de diamètre et $20^m,25$ de hauteur, isolé au milieu du village de Schoren, sur une grande place, entouré, à 20^m ou 40^m, d'habitations séparées les unes des autres. Une seule de ces maisons est placée près de l'arbre, à 6^m de distance; un petit ruisseau les sépare et traverse la place; il passe à 1^m du pied du peuplier.

» Cet arbre a été fendu en deux parties; celle restant sur place équivaut au tiers du tout : elle est à demi renversée et s'appuie contre la mai-

son voisine. Au pied de l'arbre, les grosses racines sont à nu et en partie arrachées.

» Par ce qui suit, on peut se faire une idée de la force destructive développée. Sur les toitures, recouvertes les unes en tuiles et les autres en bardeaux, des branches, de la grosseur de la jambe d'un homme, ont été lancées, d'une distance de 10^m à 30^m, avec tant de force qu'elles traversent le toit et pénètrent profondément à l'intérieur. Des fenêtres, des parois en planches épaisses, une porte d'écurie, ont été enfoncées et mises en éclats.

» Un petit nombre de gros éclats du tronc ont été projetés à des distances extraordinaires, un morceau pesant plus de 50^{kg} à 400^m, d'autres de 150^m à 300^m. Le reste du tronc et des plus grosses branches a été réduit en des millions de très petits fragments qui recouvrent entièrement le sol de la place et quelques toits voisins, comme le ferait une couche de neige. Toutes les maisons de Schoren, et d'autres éloignées de plus de 100^m, ont eu la majorité de leurs vitres brisées dans toutes leurs façades. Le nombre est estimé à près de 300. Un fait bien authentique, c'est qu'une maison de Langenthal, la fabrique de parquets de Klautschi, distante de 700^m du peuplier, a eu huit vitres brisées par la commotion.

» Le coup de foudre qui a produit ces dégâts avait été précédé d'autres plus éloignés, mais c'était le premier sur Schoren; l'intensité de la commotion était formidable, et la plupart des habitants de Langenthal ont cru que le coup avait frappé une habitation de cette ville. Au moment de l'éclair, il ne pleuvait pas à Schoren, ou très faiblement, mais immédiatement après il est tombé une très forte averse.

» Schoren est situé sur la partie plate supérieure d'une colline qui s'élève de 25^m à 30^m au-dessus de la plaine de Langenthal, laquelle est à 488^m au-dessus du niveau de la mer. Schoren est en partie sur une nappe aquifère; presque toutes ses maisons ont des puits de 7^m à 14^m de profondeur.

» Pour les environs de Langenthal, la plupart des violents orages viennent des vallées du Jura situées au nord, et ils arrivent dans la vallée de l'Aar par une gorge où est le village de Kluss, près Oensingen, où une maison a été foudroyée le même soir, avant l'arbre de Schoren.

» On n'a pu découvrir aucune apparence de carbonisation, ni sur la partie restée en place, ni sur les éclats projetés, ni sur les menus fragments de tronc restés sur le sol.

» Le même soir, deux minutes après le coup de foudre de Schoren et à environ 1400^m plus au sud, un grand cerisier, haut de plus de 20^m et dont

le tronc avait 1^m de diamètre, a été de même entièrement transformé en éclats projetés au loin, ou dispersé en menus fragments.

» De tout l'arbre il ne reste que deux espèces de gerbes ou de pinceaux divergents à la surface du sol; cette base du tronc a été entièrement réduite en menues lanières longues de 2^m environ : tout le reste de l'arbre a été projeté ou dispersé en très menus morceaux. Un des trois correspondants a retrouvé dans une forêt voisine, à 300^m de distance, des éclats gros comme le bras.

» La détonation de ce coup de foudre a été notablement moins forte que celle du coup de Schoren; aucune vitre n'a été brisée dans le village de Thunstetten. Ce cerisier était à peu près isolé au milieu d'un vaste carré contenant quelques petites flaques d'eau, cette surface n'étant pas drainée comme les terrains environnants.

» J'ai reçu de M. Mantel, employé supérieur du Bureau central météorologique suisse de Zurich, l'avis qu'un très violent orage électrique avait éclaté le même soir et à la même heure au sud de Fribourg. M. Purro, correspondant du Bureau central, écrivait, à l'occasion de cet orage : « J'ai entendu dire par des vieillards de quatre-vingts ans qu'ils n'avaient » de leur vie vu un pareil orage. Le ciel, pendant près d'une heure, ressem» blait à une mer de feu; éclair sur éclair, tonnerre sur tonnerre, on était » en émoi dans les maisons. » Cet orage cheminait du sud au nord, c'est-à-dire à la rencontre de celui de Schoren.

» Les renseignements de MM. Ziegler, Sahli et Kronauer, sur l'arbre foudroyé à Schoren, confirment les résultats généraux que j'ai décrits dans ma Notice publiée en 1872 (1), Notice dont M. Edmond Becquerel a donné un compte rendu explicite à l'Académie.

» Dans cette Notice, j'établissais, par l'étude d'un nombre considérable d'arbres foudroyés, examinés sur place, les conclusions suivantes : En général, la foudre frappe de préférence les arbres dont la base ou les racines sont près d'une source, d'un petit étang, d'un courant d'eau visible ou situé à peu de profondeur sous le sol.

» Quelque violent que soit le coup de foudre, lorsque l'arbre frappé est sain, il ne présente pas de traces de carbonisation ou d'inflammation : tous les exemples venus à ma connaissance d'arbres incendiés par un coup

(1) *Sur les effets de la foudre sur les arbres et les plantes ligneuses, et sur l'emploi des arbres comme paratonnerres* (*Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XXI, 2e Partie; 1872).

de foudre avaient des parties mortes ou en décomposition; ces parties seules avaient été enflammées au moment du choc. Je montrais, par des exemples, que les grands arbres, et en particulier les peupliers, placés près des maisons, peuvent être d'excellents paratonnerres des bâtiments voisins, à la condition indispensable que leur pied soit en bonne communication avec un ruisseau, une source, ou un fossé plein d'eau ([1]).

» Je démontrais de plus, dans la même Notice, que, pour la presque universalité des cas, le coup foudroyant atteint le sommet entier de l'arbre. De ce sommet, le fluide électrique descend par des courants partiels, qui se réunissent dans le tronc, moins bon conducteur que les branches. C'est là qu'apparaissent les plaies et que des éclats sont projetés à distance. De là ce préjugé universel, que la foudre frappe les arbres plus bas que le sommet et latéralement, là où apparaissent les premières plaies visibles.

» Au sujet des violentes projections des écorces et des éclats dispersés au loin, j'ai combattu dans la même Notice l'opinion d'éminents physiciens, qui pensent que la cause unique ou principale est la volatilisation subite de l'humidité contenue dans le tronc et les branches par l'effet de la foudre. J'ai émis l'avis, en m'appuyant sur des faits, que cette vaporisation n'est qu'une force concourante et qu'il faut, dans bien des cas, admettre l'action d'une très puissante répulsion électrique.

» Un fait récent me paraît établir d'une manière incontestable l'influence d'une force de projection autre que celle d'une petite quantité d'eau instantanément mise à l'état de vapeur.

» Le 9 janvier dernier, à $10^h 30^m$ du soir, la cheminée, haute de 30^m et sans paratonnerre, qui fonctionnait à Fécamp, a été foudroyée et aux trois quarts détruite par un coup de foudre. Les matériaux qui la composaient ont été en partie projetés à de grandes distances, et en partie réduits en très menus fragments; le sol en a été jonché sur une vaste surface.

» L'ingénieur de l'usine de Fécamp, M. Debar, parle de briques projetées jusqu'à plus de 400^m de distance; d'autres ont été comme pulvérisées en fragments de la grosseur d'un pois ([2]); il est impossible d'ad-

([1]) Si le peuplier de Schoren n'avait pas été en contact par sa base et ses racines avec un ruisseau, il est extrêmement probable que la maison voisine, distante de 6^m, aurait été foudroyée.

([2]) *Résumés des séances de la Société des Ingénieurs civils*, Lettre de M. Debar au Président (séance du 4 février 1887) et Lettre de M. Colladon au Président de la Société, au sujet du foudroiement de cette cheminée (séance du 18 février 1887).

mettre que ces effets aient pu être produits par la subite vaporisation d'eau contenue dans les matériaux de cette cheminée après avoir été chauffée un jour entier et jusqu'à l'heure du coup de foudre. Les tiges et surtout les conducteurs de paratonnerres doivent être établis en prévision de ces coups d'une intensité exceptionnelle.

» Le prix du cuivre a été réduit de moitié depuis peu d'années; on trouve dans tous les grands centres industriels de gros fils de cuivre épuré ayant des diamètres variant entre 6^{mm} et 12^{mm} ou 13^{mm} et tirés à la filière, en bouts longs de 20^{m} à 30^{m}. Il est à désirer que l'autorité engage tous les constructeurs à donner la préférence au cuivre sur le fer pour les conducteurs des paratonnerres, principalement dans les parties basses ou placées sous le sol; la chose est aujourd'hui possible sans excès de dépense de premier établissement et il en résultera une économie, si l'on compte l'entretien pendant plusieurs années. »

MÉMOIRES LUS.

MÉDECINE. — *Sur la pneumonie aiguë*. Note de M. **Jaccoud**.

« La Note que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est relative à l'une des causes de la pneumonie aiguë, et à l'une des origines des microorganismes qui les caractérisent. Lorsqu'il fut établi que la pneumonie est une maladie à microbes, cultivables et inoculables, on a déduit de cette découverte les deux conclusions que voici : 1° le refroidissement n'est pas une cause efficace de pneumonie; 2° la pneumonie a une cause unique, savoir la pénétration accidentelle dans l'organisme des microbes spécifiques venus du dehors. Or, j'ai observé deux faits, dont l'étude me permet d'établir la valeur réelle de ces propositions.

» I. Un robuste maçon de cinquante et un ans se couche en parfaite santé; dans la nuit un violent orage ouvre l'imposte d'une fenêtre sise à la tête du lit; cet homme reste endormi néanmoins, et il est ainsi exposé pendant plusieurs heures à l'action directe de l'air froid. Le matin, il ressent une forte courbature et un malaise général; le soir, il a du frisson, de la fièvre, une douleur vive dans le côté droit de la poitrine; le lendemain, la pneumonie est constituée au sommet du poumon droit; l'incident de la fenêtre avait alors trente-six heures de date. Douze heures plus tard, l'expectoration caractéristique est établie, elle est riche en microbes pneumoniques; bientôt la pneumonie s'étend, elle se complique de péricardite, puis de pleuro-pneumonie gauche, et le patient succombe au quatorzième jour de sa maladie. L'autopsie a vérifié

le diagnostic dans toutes ses parties; dans les deux poumons l'examen microscopique a démontré la présence de nombreux pneumocoques encapsulés, identiques à ceux qui avaient été constatés dans les crachats dès le début de l'expectoration.

» II. Ma seconde observation n'est pas moins précise. Une fille de vingt-deux ans, d'une constitution remarquablement forte, qui était à la fois cuisinière et bonne d'enfants, commet l'imprudence, par un temps froid, de conduire les enfants au Jardin du Luxembourg, vêtue comme elle l'était à son fourneau de cuisine. Une heure environ après son arrivée dans le jardin, elle ressent l'impression très vive d'un refroidissement profond, et elle rentre toute frissonnante; le soir, elle se sent tout à fait malade, elle souffre de la tête, du côté droit de la poitrine, et des reins. Le lendemain, elle est gênée pour respirer, elle tousse, et elle est prise de vomissements. Son état s'aggrave rapidement, et, lorsque cette femme est apportée dans mon service, je constate une grosse pneumonie droite en solidification compacte, une néphrite grave à la phase d'urémie, et le début d'une endocardite diffuse. Au bout de trois jours, le péril immédiat résultant de l'urémie est conjuré; mais la pneumonie ne montre aucune tendance à la résolution, et l'endocardite prend les caractères de l'endocardite infectieuse. Les pneumocoques abondent dans les crachats; plus tard ils sont décelés dans le sang et cultivés jusqu'à la troisième génération. La malade résiste au delà de toute prévision, mais elle finit par succomber, et l'autopsie confirme le diagnostic jusque dans ses moindres particularités, tant pour les reliquats de la pneumonie, que pour la néphrite et l'endocardite ulcéreuse.

» Que deviennent en présence de ces faits les deux propositions qui ont été formulées comme conséquences de la nature microbienne de la pneumonie? La première affirme que le refroidissement n'en est pas une cause efficace. Or, voilà deux individus robustes, d'âge et de sexe différents, tous deux en parfaite santé; dans des conditions complètement dissemblables, ils subissent un refroidissement prolongé; ce refroidissement a cela de commun chez tous les deux qu'il est suivi d'un malaise immédiat; le jour même il y a du frisson, de la fièvre, un point de côté, et, après un délai qui varie de vingt-quatre à trente-six heures, la pneumonie est constituée. Je ne crois pas qu'on puisse concevoir une filiation étiologique plus étroite. L'influence du froid est ici saisie sur le fait; le rapport de la cause à l'effet est vraiment d'une précision mathématique. La proposition examinée n'est donc pas fondée; il faut maintenir le refroidissement au nombre des causes efficaces de la pneumonie.

» Quant à la seconde proposition, la portée de mes observations est plus notable encore, en ce qu'elle est plus imprévue et qu'elle éclaire l'une des questions fondamentales de la Pathologie générale. Cette proposition enseigne que la pneumonie a pour cause unique la pénétration accidentelle dans l'organisme des microbes spécifiques venus du dehors; ce qui revient à dire que cette maladie si fréquente et si vulgaire est toujours

la conséquence d'une infection extrinsèque. Voyons comment l'histoire de nos malades se concilie avec cette affirmation. Il est certain que chez tous deux les pneumocoques ont été constatés dans les crachats pendant tout le cours de la maladie; il n'est pas moins certain qu'à l'autopsie les mêmes éléments ont été trouvés dans les poumons; conséquemment, malgré leur cause si brusque et si spéciale, ces pneumonies ont été des pneumonies à microbes : jusque-là nulle difficulté.

» Mais comment concevoir la présence de ces éléments chez ces deux individus, qui étaient en parfaite santé lorsqu'ils se sont refroidis? Si l'on s'en tient à la proposition actuellement en cause, il faut admettre que ces microbes ont pénétré dans l'organisme au moment précis du refroidissement; il faut admettre aussi que les susdits microbes ont cheminé et proliféré avec une telle instantanéité, que la pénétration a été suivie d'un malaise immédiat, lequel a précédé de peu d'heures l'explosion de la pneumonie. Voilà bien des hypothèses; la dernière est une impossibilité; aussi je ne saurais me résoudre à les accepter, et dans mes deux cas, comme dans tous les cas semblables, je repousse sans hésitation l'idée d'une pénétration microbienne fortuite contemporaine du refroidissement. Les partisans absolus de l'origine extrinsèque constante des maladies à microbes ont avancé, comme argument suprême, que là même où la pénétration du dehors est le plus invraisemblable, il faut cependant l'admettre, sous peine de conclure à la génération spontanée des microorganismes constatés chez le malade. En est-il vraiment ainsi? Sommes-nous réellement enfermés dans ce dilemme qui nous accule entre la génération spontanée et la pénétration du dehors, contemporaine de l'impression morbigène? Pas le moins du monde. L'argument n'a du dilemme que l'apparence; il omet un troisième terme, et non le moins considérable, savoir la présence préalable des microbes dans le milieu organique.

» L'organisme humain porte constamment en lui des microbes en grand nombre, de bien des espèces différentes; tant que son fonctionnement est normal, il est pour eux un milieu hostile qui en prévient les effets nuisibles; mais vienne une perturbation qui altère le fonctionnement physiologique, le milieu hostile devient un milieu favorable, et l'organisme troublé est livré sans résistance efficace à l'activité de ses propres microbes, dont il tolérait naguère la présence sans en être impressionné.

» C'est là le mode d'infection que j'ai désigné, il y a bien des années, sous le nom d'*auto-infection* ou *infection intrinsèque*.

» Or l'observation a établi la présence possible du microbe pneumo-

nique dans la salive normale; d'un autre côté, l'explosion rapide de la pneumonie dans mes deux cas ne permet pas d'admettre une pénétration microbienne contemporaine du refroidissement; par suite, je suis autorisé à conclure que ces deux cas relèvent de l'infection intrinsèque. Les pneumocoques ne sont pas venus du dehors, ils ne sont pas entrés dans l'organisme au moment où il a subi l'action du froid; ils existaient préalablement chez ces deux individus; tant que la santé a été parfaite, ils sont restés innocents; la perturbation résultant du refroidissement en a permis la diffusion et la prolifération. De là cette conséquence que la condition génératrice primordiale de ces pneumonies a été le désordre produit dans le poumon par l'influence du froid. Et de fait, en raison des modifications circulatoires et cellulaires qu'elle provoque, cette influence peut vraiment être assimilée à un traumatisme. Cette doctrine nouvelle de l'infection autochtone par trouble préalable de l'organisme me paraît avoir une extrême importance : elle agrandit largement le domaine de la pathogénie microbienne, et elle maintient au premier rang la puissance causale des prédispositions individuelles en face de l'étiologie parasitaire.

» Ces enseignements, issus de l'analyse rigoureuse de mes observations, ont d'ailleurs une portée générale; ils prouvent que l'étiologie classique des maladies aiguës est enrichie, et non point supprimée par les notions microbiennes; ils prouvent que ces notions ne sont point subversives des vérités antiques, et ils montrent ainsi que le progrès doit être cherché dans la conciliation féconde de la Médecine traditionnelle avec les découvertes de la microbiologie. »

M. **J. Cottillon** donne lecture d'une Note « Sur les variations de l'étalon du modelé, dans les lavis à teintes plates ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage rapide du calcaire actif dans les terres.* Mémoire de M. **Paul de Mondésir**, présenté par M. Th. Schlœsing. (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Debray, Schlœsing, Reiset.)

« On sait que le calcaire, pour agir sur les sols, doit d'abord se dissoudre à l'état de bicarbonate. Cette transformation ne pouvant se faire qu'à la

surface des grains dépend évidemment de cette surface et non du poids du calcaire. Or les procédés actuels d'analyse donnent le carbonate de chaux en bloc, souvent même le dosage porte sur la chaux totale contenue dans le sol. Il ne peut donc en ressortir aucune donnée satisfaisante sur la proportion de calcaire réellement utile. Je pense qu'un moyen d'arriver à une meilleure évaluation est de faire l'attaque du calcaire à froid, par un acide peu énergique, et de limiter la durée de l'action, de manière à dissoudre le calcaire très disséminé et seulement la surface des grains plus gros. Dans ces conditions, il serait au moins très difficile de doser l'acide carbonique autrement que par sa tension.

» Pour montrer clairement comment je produis et je mesure cette tension, il me faut entrer dans quelques explications de principe.

» Lorsqu'un vase fermé est rempli partiellement d'eau chargée d'acide carbonique, on sait que ce gaz se diffuse lentement dans l'air qui occupe le surplus de la capacité du vase. On sait aussi que l'agitation accélère beaucoup la diffusion; mais sans que rien, je crois, ait été précisé sur la rapidité que peut atteindre le phénomène dans des conditions d'agitation faciles à réaliser. Or, j'ai reconnu depuis déjà bien des années qu'après une minute d'agitation l'équilibre de répartition de l'acide carbonique entre l'air et l'eau est atteint pratiquement pourvu que l'eau n'occupe qu'une partie assez faible du vase, de telle sorte que les secousses puissent la bien diviser et la mélanger avec l'air.

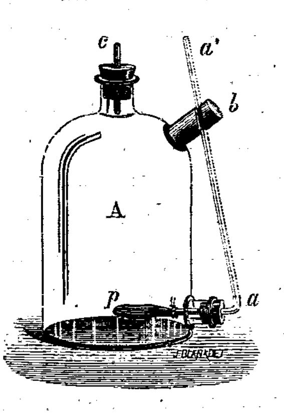
» Ce fait n'est pas spécial à l'acide carbonique : il existe aussi pour les autres gaz et il peut être utilisé pour préparer beaucoup plus aisément, et mieux qu'on ne le fait d'ordinaire, les dissolutions de gaz et pour étudier un grand nombre de réactions qui s'y rattachent.

» C'est ce fait qui, avec l'attaque restreinte du calcaire, forme la base de mon procédé et rend pratique l'appareil que je propose après l'avoir essayé dans un très grand nombre d'opérations.

» A, flacon d'environ 600^{cc}, *aa'* tube manométrique en verre. Sur son extrémité inférieure est liée une petite poche *p*, en caoutchouc très flexible. Pour assujettir ce tube, on le fait passer dans une rainure du bouchon *b* collé au flacon. Enfin *c* est une baguette de verre qui traverse le bouchon du col du flacon.

» Si l'appareil est neuf, il faut commencer par le tarer. La poche *p* étant pleine d'eau, de telle sorte que le niveau vienne un peu au-dessus du coude du tube, on met dans le flacon une quantité d'eau pure qui devra être toujours la même dans les opérations sur les terres; on peut adopter

environ le quart du volume du flacon. On y ajoute $0^{gr},200$ de carbonate de chaux pur, précipité. Le flacon étant refermé, on agite pour égaliser la température et la tension de la vapeur d'eau. On prépare une dose d'acide tartrique finement pulvérisé, qui pèse au moins le triple du carbonate. On enlève d'abord l'obturateur *c*, puis son bouchon, on verse l'acide et on replace le bouchon en l'enfonçant solidement, puis on remet l'obturateur et on note le niveau de l'eau dans le tube manométrique.



» On agite à plusieurs reprises, pendant quelques secondes chaque fois. Le carbonate disparaît et il suffit alors d'agiter pendant une minute pour obtenir le maximum de la pression. Cette augmentation de pression, rapportée au poids du carbonate, donne la tare de l'appareil.

» Les essais sur les terres se font comme le tarage : la terre est introduite comme l'a été le carbonate de chaux et il faut agiter jusqu'à ce qu'elle soit bien délayée avant de mettre l'acide. Après l'introduction de l'acide, j'agite pendant quinze secondes et je recommence trois autres fois, en prolongeant la dernière reprise pendant une minute. Le tout dure un quart d'heure.

» Si, dans les essais, la température, la pression atmosphérique, le volume de la terre diffèrent des conditions similaires du tarage, on y pourvoit par les corrections très simples indiquées plus loin, ou mieux par un nouveau tarage lorsque les différences sont très grandes.

» L'appareil n'est pas destiné à des travaux scientifiques de précision. Sa nature ne le comporte pas. Le but visé est d'obtenir une approximation suffisante avec la plus grande simplicité possible dans l'instrument et dans son emploi. Cependant l'indication est très nette si la terre ne contient pas de calcaire; car on s'en aperçoit dès la première agitation, avant

que le flacon ait pu éprouver un changement sensible de température. De même, si la terre contient seulement quelques dix-millièmes, on le voit aussi, et le maximum de pression est atteint en deux ou trois minutes. Dans ces cas fort intéressants et bien plus fréquents qu'on ne le pense, les corrections sont tout à fait négligeables, de sorte que la précision de l'appareil augmente à mesure que les résultats à apprécier deviennent plus petits.

» Pour donner un exemple en chiffres, je prends une terre contenant $\frac{1}{10000}$ de calcaire. On fera l'essai sur 150^{gr} de cette terre et l'on verra presque instantanément le niveau monter de $0^m,05$ à $0^m,06$ dans le tube manométrique. On peut évidemment apprécier des proportions encore plus faibles; mais déjà $\frac{1}{10000}$ ne représente, pour la couche arable, que 250^{kg} à 300^{kg} par hectare, et la mesure de quantités aussi faibles dépasse les besoins de la pratique agricole.

» Je désire qu'on veuille bien se demander quel outillage et quel temps il faudrait à un chimiste exercé pour obtenir, par les moyens usuels, dans son laboratoire, un résultat similaire.

» Le flacon à tube manométrique en verre est excellent pour faire la démonstration devant des cultivateurs. Dans les opérations ordinaires, on remplace ce tube par un tuyau de caoutchouc avec un bout en verre, où l'on voit le niveau de l'eau.

» L'emploi de cet appareil montre que beaucoup de terres, dans lesquelles on admet l'existence de quantités très notables de calcaire, n'en contiennent pas du tout et que les résultats agricoles dus au carbonate de chaux peuvent être obtenus avec des doses de calcaire bien plus petites que celles indiquées comme nécessaires par les meilleurs auteurs. Mais, pour que ces très petites doses suffisent, il faut que le calcaire soit très divisé et bien réparti dans la terre. L'appareil peut servir à doser les carbonates dans les eaux, dans les calcaires, etc.; il peut aussi servir à l'étude des terres acides.

» J'espère pouvoir soumettre à l'Académie un appareil analogue, dont je me sers depuis plusieurs années pour doser l'acide carbonique dans les eaux minérales. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur la méthode de recherche de la corrélation entre deux ordres de faits.* Note de M. DE MONTESSUS, présentée par M. Cornu.

(Renvoi à la Commission des tremblements de terre.)

« Une Note récente de M. de Parville, *Sur une corrélation entre les tremblements de terre et les déclinaisons de la Lune,* mérite d'attirer l'attention, non seulement au point de vue d'un certain nombre de dates approchées seulement à un et même deux jours, mais surtout au point de vue de la méthode employée par ce savant. Étant d'un usage fréquent, il n'est pas inutile d'en signaler les dangers.

» Voici en quoi elle consiste essentiellement. On prend deux Catalogues chronologiques de faits naturels entre lesquels on suppose *a priori* une relation et l'on cherche leurs coïncidences. Or, que je sache du moins, on n'a point abordé analytiquement le problème suivant : Étant données deux séries de points disposés sur deux lignes droites suivant des lois dont l'une est connue (déclinaison de la Lune par exemple) et l'autre à trouver (tremblements de terre), quel sera pour cent points le nombre minimum de coïncidences à constater sur les deux échelles pour que l'on puisse arriver à croire à une corrélation de cause à effet entre les deux ordres de phénomènes ? Malheureusement, ce problème, que suppose résolu la méthode des coïncidences, est à peu près indéterminé ; car d'abord il faut définir la coïncidence des deux points. Exigera-t-on qu'elle soit exacte ou fixera-t-on une longueur d'intervalle dans laquelle les deux points devront tomber ? Dans ce dernier cas l'intervalle d'un jour fixé par M. de Parville est très certainement trop large ; car avec la fréquence reconnue des séismes, il y en aura toujours un en quelque point du globe, et même très probablement d'une certaine importance.

» De plus la question analytique posée suppose pour ainsi dire sa réponse, en ce sens que les points non coïncidents de la seconde série représentent des faits non en corrélation avec les phénomènes du premier ordre à loi connue et l'on pense ainsi les séparer de ceux qui en dépendent. Il paraît donc évident que cette méthode ne peut mener à rien, et de fait, pour les tremblements de terre, elle n'a rien produit de solide jusqu'à présent. C'est à son emploi que l'on doit les lois de Perrey, qui n'ont guère été acceptées ; c'est elle qui a permis à Audrand de lier les séismes aux inondations en un point

quelconque du globe, à Kluge de les rapprocher des taches du Soleil et par suite des aurores boréales, à Schurrer de leur attribuer les épidémies cholériques, etc. Ces corrélations et d'autres se réfutent d'elles-mêmes.

» Comment donc aborder la recherche d'une corrélation entre les mouvements des positions de la Lune et la production des séismes, entreprise que je poursuis en ce moment sur les quelques 30000 secousses fournies par les catalogues combinés de Mallet, Perrey, Valker, Kluge, Castelnau, Fuchs, Smith et les *Annales des institutions sismologiques de Rome et de Tokio*. Il faut prendre une échelle de l'élément de la position lunaire que l'on considère et, pour tous les séismes portés en ordonnées, une longueur représentative, soit constante, soit proportionnelle à son intensité calculée d'après une échelle conventionnelle, celle de Rossi-Forel par exemple. On obtiendra alors une surface limitée par une courbe, et c'est de l'étude de cette courbe que l'on pourra conclure scientifiquement. La surface du rectangle, limitée par l'horizontale menée par le point le plus bas de la courbe, renfermera tous les séismes dus à des causes non en relation avec la position de la Lune; et l'aire comprise entre cette horizontale et la courbe, au contraire, ceux que nous pourrons légitimement croire en dépendance avec lui; car, s'il n'y a réellement aucune dépendance, les séismes se répartiront sur un simple rectangle, mais on n'obtiendra ce résultat satisfaisant qu'en opérant sur des nombres considérables, ce que n'a point fait Perrey. D'autre part, si l'on veut faire intervenir la position du lieu où se produit le séisme, il faut introduire un troisième élément, et alors on est amené à l'étude d'une surface topographique.

» On conçoit combien est importante la question, ancienne déjà, de la relation entre les mouvements de la Lune et ceux de l'écorce terrestre. Elle ne tend à rien moins qu'à la démonstration pour ainsi dire expérimentale de l'hypothèse de la fluidité du noyau central, et c'est ce qui explique les nombreuses tentatives faites dans ce sens, mais non couronnées de succès. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 23 février 1887. Discussion des heures observées dans la zone épicentrale.* Note de M. **Albert Offret**, présentée par M. Fouqué.

(Renvoi à la Commission).

« Les tremblements de terre récents du midi de la France et du nord de l'Italie ont été pour moi une occasion d'aller étudier en Italie et en Suisse les appareils et les méthodes qui y sont en usage. J'ai pu ainsi recueillir dans ces deux pays et en France un certain nombre de faits relatifs au dernier tremblement de terre.

» C'est un point de ces recherches que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie.

» Il s'agit de la détermination de l'heure de l'arrivée de la secousse aux différents points de la portion centrale de l'aire sismique.

» Sur la ligne de chemin de fer de 400^{km} de long, comprise entre Marseille et Gênes, ébranlée d'un bout à l'autre par le tremblement de terre, je me suis trouvé dans des conditions exceptionnellement favorables, car je pouvais avoir l'espoir de m'y procurer des heures assez précises et en tous cas comparables entre elles.

» Je me suis tout d'abord préoccupé de savoir comment étaient réglées les horloges des gares et j'ai appris qu'un employé de la maison Garnier partait tous les mardis de Marseille pour Vintimille par le train n° 15, qu'il descendait dans chaque station pendant l'arrêt du train et qu'il réglait les horloges au moyen d'une montre dont l'heure lui était donnée par M. Stéphan à l'observatoire de Marseille.

» Le tremblement de terre ayant eu lieu dans la nuit du mardi au mercredi et l'employé ayant parfaitement fait son service le mardi, toutes les horloges françaises de Marseille à Vintimille devaient donc être d'accord à ce moment.

» En Italie, le réglage se fait autrement : un employé part tous les matins de Gênes pour Vintimille avec une montre réglée, il la présente à chaque chef de gare qui la compare à la sienne et doit régler le régulateur de la gare. La responsabilité est trop divisée, la certitude devient moins grande.

» Le point de la côte le plus rapproché du centre superficiel étant, à n'en pas douter, compris entre Savone et Toulon, c'est entre ces deux points que j'ai fait toutes mes déterminations. Dans chaque gare j'ai questionné l'employé chef de service à l'heure du tremblement de terre.

» Les résultats de cette enquête, faite avec le plus de soin possible, sont consignés dans les colonnes I et II.

FRANCE.

Dist.	Localités.	Arrêts d'horloge. I.	Observations du chef de gare. II.	Observatoires. III.
km		h m	h m	h m s
0.	Marseille	»	»	5.41.16 (St) 5.41 (G)
16.	Aubagne	»	5.42	»
67.	Toulon	5.50	»	»
77.	La Pauline	»	5.40	»
109.	Gonfaron	»	5.40	»
120.	Le Luc et le Canet.	»	5.42	»
130.	Vidauban	»	5.40	»
158.	Fréjus	»	5.43	»
161.	Saint-Raphael	»	5.42	»
180.	Le Trayas	5.42	»	»
193.	Cannes la Bocca	5.44 (horloge non réglée)	»	»
	Cannes	»	5.40	»
199.	Golfe Juan	»	5.44	»
202.	Juan-les-Pins	»	5.43	»
204.	Antibes	»	5.42	»
212.	Vence-Cagnes	5.42	»	»
220.	Var	»	5.40	»
224.	Nice	5.42.20	»	5.39
235.	Eza	5.42	»	»
239.	Monaco	»	5.40	»
241.	Monte Carlo	5.42	»	»
245.	Cabbe Roquebrune.	5.42	»	»
248.	Menton	»	5.38	»

ITALIE.

Dist.	Localités.	Arrêts d'horloge. I.	Observations du chef de gare. II.	Observatoires III.
km		h m s	h m s	h m s
255.	Vintimille	5.44.30	»	»
276.	San-Remo	5.44.30	»	»
299.	Porto-Maurizio	5.45.30	»	»
304.	Oneglia	»	5.40.30	»
306.	Diano Marina	(gare en ruines)		
314.	Andora	5.44.30	»	»
321.	Alassio	»	5.40.30	5.41
333.	Ceriale	5.44.30	»	»
335.	Borghetto	»	5.47.30	»
336.	Loano	5.39.30	»	»
345.	Final Marina	»	5.42.30	»
368.	Savone	»	5.42.30	»
411.	Gênes	»	5.42.30	5.41.30

» On remarquera dans la colonne III des heures provenant de localités situées sur la ligne du chemin de fer et qui m'ont été fournies dans des observatoires où l'on pouvait avoir l'heure avec précision. Ce sont celles de M. Stephan à l'observatoire de Marseille, de M. Guérard, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Marseille, Directeur de la Société météorologique de cette ville, de M. Perrotin à l'observatoire de Nice, du Directeur du petit observatoire italien d'Alassio, où l'heure m'a paru bien établie, et enfin celle de M. Lasagna, officier de la marine italienne, chargé du réglage des chronomètres de la marine à l'observatoire de Gênes.

» Ces cinq nombres, qui sont, il me semble, hors de toute contestation, nous permettent d'interpréter les deux autres colonnes de notre Tableau, qui renferme *toutes* les observations que j'ai pu recueillir.

» Si nous considérons la colonne I, où sont renfermées les heures d'arrêt des régulateurs français, nous y remarquons une concordance parfaite,

à la condition de supprimer le régulateur de Toulon, dont l'arrêt est probablement dû à la deuxième secousse, et le régulateur de Cannes-la-Bocca, qui, seul sur la ligne, n'avait pas été réglé. Tous les autres, sans exception, se sont arrêtés à $5^h 42^m$. Il n'y a pas eu d'autre régulateur arrêté sur la ligne, ainsi qu'a bien voulu s'en assurer pour moi M. Bougenot, inspecteur de l'exploitation, à Nice.

» En Italie, même concordance, sauf pour Loano, où l'arrêt a eu lieu à $5^h 39^m 30^s$ et Porto-Maurizio ($5^h 45^m 30^s$). Tous les autres se sont arrêtés à $5^h 44^m 30^s$. L'arrêt du régulateur de Loano à $5^h 39^m 30^s$ serait d'une importance considérable si nous pouvions être sûr de la marche de l'instrument, mais nous avons vu plus haut que malheureusement il n'en est rien. Il nous faut donc accepter les heures concordantes de $5^h 44^m 30^s$. La différence constante de $2^m 30^s$ entre les heures italiennes et françaises me paraît être due à une cause spéciale tenant soit à une distribution erronée de l'heure en Italie, soit à la différence de construction des horloges françaises et italiennes, qui aura permis à ces dernières de marcher plus longtemps que les autres après l'arrivée de la secousse qui a provoqué l'arrêt.

» Il nous semble, par suite, que l'on peut admettre $5^h 42^m$ comme étant l'*heure d'arrêt* de toutes les horloges entre le Trayas et Ceriale.

» Si nous passons ensuite à l'examen de la colonne II, nous y apercevons tout de suite des différences notables.

» Les causes de ces différences sont nombreuses. Ignorant l'intérêt que la détermination exacte de l'heure pouvait présenter, nos observateurs improvisés ont bien regardé l'horloge, mais ils l'ont regardée négligemment, comme on le fait ordinairement dans la vie courante. Les horloges étaient haut placées sur la voie, et l'aiguille se projetait plus ou moins bien sur le cadran, suivant la position de l'observateur. De plus, il était un peu plus de 6^h du matin (heure locale), et il faisait à peine clair. Pour toutes ces raisons, il est certain que l'on doit regarder comme fautives, d'abord, toutes les observations qui indiquent une heure postérieure à celle des horloges françaises, c'est-à-dire postérieure à $5^h 42^m$. Il ne nous reste plus alors que des heures comprises entre $5^h 42^m$ et $5^h 38^m$.

» Parmi ces heures, il en est une seule dont je crois pouvoir garantir l'authenticité, à la suite d'une enquête minutieuse : c'est celle de $5^h 38^m$, à la gare de Menton. Elle a été observée par le chef de gare et par plusieurs de ses employés, dans des conditions telles que l'erreur possible n'a pas pu atteindre une minute. De plus, elle a été également constatée par M. Hugon, vétérinaire à Menton, avec sa montre réglée sur l'heure de la voie.

» En somme, l'heure de $5^h 38^m$ est l'heure la plus matinale qui ait été constatée, et il suffit de considérer la colonne III, dont nous la rapprochons, pour comprendre la propagation du phénomène. Quant à l'heure de $5^h 42^m$, fournie par l'arrêt des horloges, elle ne fournit qu'un maximum inutile en présence des nombres de la colonne III. »

VITICULTURE. — *Le badigeonnage des vignes phylloxérées.* Note de M. P. DE LAFITTE.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« En badigeonnant les vignes phylloxérées avec un composé à base d'huile lourde de houille et de naphtaline, nous détruisons à peu de frais l'*œuf d'hiver*. En détruisant cet œuf, éteindrons-nous le Phylloxera? Si la réponse est négative, en ralentirons-nous suffisamment la pullulation pour le rendre inoffensif? Si la réponse est encore négative, quelle sera la valeur économique du badigeonnage comme adjuvant des traitements souterrains? L'expérience peut seule résoudre ces questions, et, pour les résoudre, le traitement est appliqué en grande culture sur plus de 1000^{ha} de vignes. Or c'est un traitement à long terme, comme en connaît la médecine humaine, dont les effets, d'abord inappréciables, ne s'accusent que peu à peu et avec beaucoup de temps; et si, pendant la période expectante, des hommes pouvant appuyer leur dire sur des titres personnels très sérieux affirment que la méthode repose sur des bases scientifiques fausses et doit nécessairement échouer, n'est-il pas à craindre que le malade, dans le cas présent le vigneron, ne se décourage avant l'heure et n'abandonne une cure qui peut-être l'eût sauvé? On ne saurait donc, croyons-nous, examiner avec trop de soin les objections qui se produisent, de loin en loin, contre le principe même de l'expérience commencée.

» Rappelons, en premier lieu, que les preuves décisives de la dégénérescence du Phylloxera, à mesure que les générations s'éloignent de l'*œuf d'hiver*, sont d'ordre anatomique, sont fondées sur l'atrophie successive des gaines ovigères, et que l'on compte les gaines ovigères qui subsistent, non sur des sujets élevés dans des tubes, mais sur des insectes vivant en liberté, quelques heures après avoir cueilli les victimes sur des racines en pleine terre; que l'on trouve sur ces racines des individus de toute génération, comme on trouve, selon l'heureuse comparaison de M. Faye, des arbres de tout âge dans une forêt.

» Parlant des expériences de laboratoire, M. Donnadieu écrit (¹) :

» Ces expériences sont peu démonstratives, parce que, d'une part, on n'a jamais pu faire produire une galle par un insecte des racines et, d'autre part, parce que, si l'on avait suivi assez longtemps les insectes des galles transportés sur les racines,... on aurait pu voir qu'ils finissent par se transformer en ailés, ne laissant après eux autre chose que des débris de ceux qui étaient morts sans avoir pu accomplir leurs transformations.

» L'auteur dit ceci : « on aurait pu voir », mais ne dit pas s'il a vu, ou si ce n'est qu'une vue de l'esprit. Ce que nous savons (par les *Comptes rendus*), c'est que M. Boiteau élève, en tubes et sur des racines, des Phylloxeras *issus les uns des autres depuis* 1881; qu'il a vu des ailés en grand nombre en 1882; qu'il n'en a pas vu depuis; que les insectes qui ne se sont pas transformés en ailés continuent à se reproduire; et, cela étant, je transcris, avec son autorisation, un passage d'une lettre de M. Boiteau : « Lorsque j'ai commencé l'élevage des Phylloxeras en tube, j'ai pris mes » premiers pensionnaires dans des galles portant la troisième ou la quatrième » génération ». Je ne discute pas l'expérience (il m'a été permis de le faire plusieurs fois dans les *Comptes rendus*), mais je constate que nous avons là les descendants de gallicoles, devenus depuis longtemps radicicoles.

» A l'appui de l'opinion que « les formes radicicoles et gallicoles sont » bien différentes l'une de l'autre et se comportent bien différemment », M. Donnadieu donne à entendre (dans les lignes qui précèdent celles que j'ai transcrites ci-dessus) qu'on ne trouve l'*œuf d'hiver* que sur les vignes gallifères; c'est une erreur : la recherche de l'*œuf d'hiver* est des plus chanceuses si l'on n'a pas quelque donnée préalable pour se guider dans le choix des vignes à explorer. Les galles sont une de ces données, rien de plus; et la preuve, c'est que les vignes sur lesquelles on a trouvé en grand nombre les premiers *œufs d'hiver* connus sont des vignes indigènes ne portant jamais de galles. La donnée préalable, plus sûre encore que les galles, mais plus pénible à se procurer, était ici les essaims d'ailés vus au mois d'août précédent. »

M. L. van den Driessche adresse une Note sur l'étiologie de la maladie du béribéri.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 21 mars 1887, p. 839, note.

Un **Anonyme**, dont le nom est renfermé dans un pli cacheté, adresse, pour le concours du prix Barbier, un Mémoire portant pour titre : « De l'association de la strychnine aux ferrugineux dans le traitement de la chlorose ».

(Renvoi à la Commission du prix Barbier.)

Un **Anonyme**, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le concours des prix de Médecine et de Chirurgie, un Mémoire intitulé : « Traitement des convulsions chez les enfants par les injections de chlorhydrate de morphine au centième ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. **Brouardel** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et de Chirurgie, par le décès de M. *Paul Bert*.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. le général *Thoumas*, portant pour titre : « Les transformations de l'armée française ; essais d'histoire et de critique sur l'état militaire de la France ».

2° La 3e et la 4e livraison du tome Ier du « Bulletin de l'Institut international de Statistique ». (Présentées par M. Levasseur.)

3° Un Ouvrage de M. *J.-F. Bonnel*, intitulé : « Étude sur l'histoire de l'Astronomie, la découverte du double mouvement de la Terre ».

4° Une traduction, par M. *de Saint-Venant*, de la « Théorie des vagues », de *Franz von Gerstner*, et un travail de M. *de Saint-Venant*, intitulé : « Des diverses manières de poser les équations du mouvement varié des eaux courantes ». (Extraits des *Annales des Ponts et Chaussées* présentés par M. Boussinesq.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction* $\zeta(s)$ *de Riemann.* Note de M. **J.-L.-W.-V. Jensen**, présentée par M. Hermite.

« 1. La fonction $(s-1)\zeta(s)$ est, comme on sait, une fonction holomorphe de la variable s. C'est ce qu'il est aisé de voir par une analyse assez élémentaire. Soit, en effet, la partie réelle $R(s)$ de la variable s plus grande que 1, alors

$$(s-1)\zeta(s)=\sum_{n=1}^{\infty}(s-1)n^{-s} \qquad \text{et} \qquad -1=\sum_{n=1}^{\infty}\left[(n+1)^{1-s}-n^{1-s}\right];$$

d'où, en ajoutant membre à membre, vient la formule

$$(1) \qquad (s-1)\zeta(s)-1=\sum_{n=1}^{\infty}n^{1-s}\left[\left(1+\frac{1}{n}\right)^{1-s}-1-\frac{1-s}{n}\right].$$

» Maintenant on a, pour $n>1$,

$$\begin{aligned} u_n &= n^{1-s}\left[\left(1+\frac{1}{n}\right)^{1-s}-1-\frac{1-s}{n}\right] \\ &= n^{1-s}\left[\frac{(s-1)s}{1.2.n^2}-\frac{(s-1)s(s+1)}{1.2.3.n^3}+\frac{(s-1)s(s+1)(s+2)}{1.2.3.4.n^4}-\ldots\right]; \end{aligned}$$

d'où l'on conclut l'inégalité

$$|u_n|<n^{1-R(s)}\left[\left(1-\frac{1}{n}\right)^{-|s-1|}-1-\frac{|s-1|}{n}\right],$$

qui peut être remplacée par les suivantes

$$|u_n|<n^{1-\varepsilon}\left[\frac{1}{1-\dfrac{|s-1|}{n-1}}-1-\frac{|s-1|}{n}\right]<\frac{|s-1|}{n^{1+\varepsilon}}\,\frac{1}{1-\varepsilon},$$

en supposant $R(s)>\varepsilon$, $0<\varepsilon<1$ et $n>\dfrac{|s-1|+1}{\varepsilon}$.

» Ainsi la série (1) est uniformément convergente, tant que la variable s est finie et sa partie réelle plus grande que 0. On voit par conséquent, d'après un beau théorème de M. Weierstrass, que la fonction $(s-1)\zeta(s)$ peut être étendue au delà du domaine primitif $[R(s)>1]$, et qu'elle n'a pas de singularités pour $R(s)>0$. En outre on trouve, du moins pour

$|s-1|<1$,

(2) $$\begin{cases} (s-1)\zeta(s) = 1 + \sum_{\nu=1}^{\infty} C_\nu (s-1)^\nu, \\ \text{où} \\ C_\nu = \frac{(-1)^{\nu-1}}{\nu!} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{\nu (\log n)^{\nu-1}}{n} - (\log \overline{n+1})^\nu + (\log n)^\nu \right]. \end{cases}$$

» D'autre part, le développement

(3) $$\begin{cases} 2^{1-s} = (s-1)[\zeta(s)-1] - \frac{(s-1)s}{1.2}[\zeta(1+s)-1] \\ \qquad + \frac{(s-1)s(s+1)}{1.2.3}[\zeta(2+s)-1] - \ldots, \end{cases}$$

qui pour le moment n'a de signification que pour $R(s) > 0$, est une conséquence immédiate de la formule (1). Or il est aisé de prouver que le reste de la série (3), à partir du $n^{\text{ième}}$ terme, est uniformément convergent et a un sens précis, tant que $R(s) > -n$. On voit donc, en prenant successivement $n = 1, 2, 3, \ldots$, comment il est possible d'étendre le domaine de la variable s jusqu'à comprendre tout le plan, et la fonction $(s-1)\zeta(s)$, ainsi définie, ne peut avoir aucune singularité à distance finie de l'origine, d'où il suit que la série (2) doit converger pour toute valeur finie de s.

» Je n'ai pas encore fini le calcul des coefficients C_ν avec seize décimales exactes, que je me suis proposé. Je me contente donc de donner ici les 9 premiers coefficients avec 9 décimales, dont seulement la 9e est incertaine :

$$\begin{aligned} C_1 &= +0,5772156665 = C, \\ C_2 &= +0,0728158845, \\ C_3 &= -0,004845182, \\ C_4 &= -0,000342306, \\ C_5 &= +0,000096889, \\ C_6 &= -0,000006611, \\ C_7 &= -0,000000332, \\ C_8 &= +0,000000105, \\ C_9 &= -0,000000009. \end{aligned}$$

» En employant ces valeurs et en substituant dans la formule (2) $s = 0$

et $s = 2$, nous trouvons respectivement

$$-\zeta(0) = 0,500000002 \qquad \text{et} \qquad \zeta(2) = \frac{\pi^2}{6} = 1,644934064,$$

valeurs exactes à deux ou trois unités près de la 9ᵉ décimale.

» 2. Il est hors de doute (¹) que toutes les racines α de l'équation transcendante $\xi(t) = 0$, où $\xi(t)$ est définie par

$$\xi(t) = \pi^{-\frac{s}{2}}\,\Gamma\left(1 + \frac{s}{2}\right)(s-1)\zeta(s), \qquad s = \frac{1}{2} + ti,$$

sont réelles. En posant, avec Riemann,

$$\xi(t) = \xi(0)\,\Pi\left(1 - \frac{t^2}{\alpha^2}\right),$$

on trouve

$$\Pi\left[1 + \frac{s(s-1)}{\frac{1}{4} + \alpha^2}\right] = 2\pi^{-\frac{s}{2}}\Gamma\left(1 + \frac{s}{2}\right)(s-1)\zeta(s)$$

ou bien

$$\Pi\left[1 + \frac{x(1+x)}{\frac{1}{4} + \alpha^2}\right] = \pi^{-\frac{x}{2}}\frac{\Gamma\left(\frac{3}{2} + \frac{x}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{3}{2}\right)}\,x\zeta(1+x).$$

» En développant chaque membre suivant des puissances de x à exposants entiers et positifs et en égalant les coefficients de x, on trouve

$$\sum \frac{1}{\frac{1}{4} + \alpha^2} = -\tfrac{1}{2}\log\pi + \tfrac{1}{2}\psi\left(\tfrac{3}{2}\right) + C,$$

$\psi(x)$ désignant la dérivée logarithmique de $\Gamma(x)$. Si nous remplaçons $\frac{1}{2}\psi\left(\frac{3}{2}\right)$ par $\frac{1}{2}\left[2 + \psi\left(\frac{1}{2}\right)\right] = 1 - \frac{1}{2}C - \log 2$, nous aurons l'identité remarquable

$$\sum \frac{1}{\frac{1}{4} + \alpha^2} = 1 + \tfrac{1}{2}C - \tfrac{1}{2}\log\pi - \log 2 = 0,0231, \qquad \ldots.$$

» Si α_1 est la plus petite des racines positives, elle doit donc satisfaire à l'inégalité suivante

$$\frac{1}{\frac{1}{4} + \alpha_1^2} < 0,0231 \qquad \text{ou} \qquad \alpha_1 > 6,56.$$

» Une deuxième approximation me donne

$$\alpha_1 > 8,4.$$

(¹) *Voir* une Note de M. Stieltjes, *Comptes rendus*, t. CI, p. 153.

» Je me propose de calculer prochainement, avec une ou deux décimales exactes, les quatre plus petites racines α. ».

PHYSIQUE. — *Dilatation et compressibilité de l'eau et déplacement du maximum de densité par la pression.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« J'ai indiqué, dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 23 août 1886), la méthode à laquelle je me suis arrêté pour étudier la dilatation et la compressibilité des liquides sous de très fortes pressions; j'ai donné quelques résultats déjà obtenus, mais non corrigés de la déformation des piézomètres. L'étude de cette déformation, que je poursuis actuellement, devant être longue et difficile, j'ai cru devoir faire connaître tout de suite les résultats auxquels je viens d'arriver en étudiant l'eau, qui présente un intérêt tout particulier à cause du phénomène du maximum de densité.

» M. Tait, qui, avant moi, avait déjà étudié l'eau dans des limites assez étendues de pression, a donné pour ce corps la formule suivante

$$\frac{v - v_0}{p v_0} = 0,0000489 - 0,00000025\,T - 0,0000000067p,$$

applicable entre 6° et 15° et entre 150^{atm} et 500^{atm}, mais je pense qu'aucun physicien jusqu'ici n'a examiné le point relatif au maximum de densité.

» La méthode que j'emploie (*loco citato*) me donnant directement les pressions nécessaires pour ramener une masse constante d'eau au même volume à toutes les températures, il est bien évident que si, pour deux températures différentes, j'obtiens la même pression, c'est entre ces deux températures qu'à cette pression se trouve la température correspondant au maximum de densité. On remarquera que la considération de deux pressions égales, pour lesquelles, par conséquent, la variation de volume due à l'élasticité du piézomètre est la même, écarte la difficulté apportée par cette déformation, pour le calcul de laquelle les données expérimentales me font encore défaut. La correction relative à la dilatation a été faite en admettant, tout au moins provisoirement, que le coefficient de dilatation du verre ne varie pas avec la pression; ce qui ne peut introduire une erreur notable, d'autant qu'il ne s'agit ici que d'une variation de quelques degrés.

» J'ai poussé mes expériences sur l'eau jusqu'à 3200^{atm}; comme limite

de température, j'ai opéré depuis zéro jusqu'à 50°; voici les résultats auxquels je suis arrivé :

» A 200^{atm} (chiffres ronds) le maximum de densité de l'eau a rétrogradé vers zéro et l'a presque atteint; il paraît situé entre zéro et 0°,5 (un demi-degré).

» A 700^{atm}, il n'y a plus de maximum de densité au-dessus de zéro; la forme des courbes indique nettement qu'entre 200^{atm} et 700^{atm} il a passé au-dessous de zéro; l'étude pourra du reste être poursuivie à des températures plus basses, puisque la pression abaisse le point de congélation de l'eau.

» Pour bien saisir l'ensemble du phénomène et les conséquences qui en résultent, il faut se figurer, construites en portant les pressions sur les abscisses et les volumes sur les ordonnées, les courbes représentant à diverses températures les volumes occupés sous toutes les pressions par une même masse d'eau. Ces courbes se coupent successivement aux points qui correspondent au changement de signe de la dilatation de l'eau, et viennent successivement, la pression augmentant, se placer dans l'ordre des températures; à 200^{atm} elles sont dans l'ordre normal et d'autant plus serrées qu'elles correspondent à des températures plus basses. La pression augmentant toujours, leurs distances se régularisent, elles vont en s'écartant, de sorte que le coefficient de dilatation croît d'abord rapidement, ensuite plus lentement avec la pression; c'est le contraire de ce qui a lieu pour tous les autres liquides que j'ai étudiés. En arrivant vers 3000^{atm}, le coefficient de dilatation cesse de croître et probablement diminue sous des pressions plus fortes, comme cela a lieu pour les autres liquides; l'effet est du reste, à pression égale, d'autant moins marqué que la température est plus élevée.

» Il résulte également de cette disposition des courbes qu'entre deux pressions données la différence des ordonnées et par suite le coefficient de compressibilité diminuent quand la température augmente, contrairement aussi à ce qui a lieu pour les autres liquides; ce fait, indiqué depuis longtemps par M. Grassi, est donc une conséquence toute naturelle de la disparition du maximum de densité. Du reste, et pour les mêmes raisons que ci-dessus, cette diminution du coefficient de compressibilité s'efface et disparaît quand la pression augmente; elle s'efface aussi quand la température s'élève, conformément aux résultats de MM. Pagliani et Vicentini, d'après lesquels la compressibilité de l'eau cesse de décroître au-dessus de

50°. La température à laquelle cette inversion a lieu décroît quand la pression augmente.

» D'une façon générale, on peut dire qu'une augmentation suffisante de pression ou de température tend à faire rentrer l'eau dans le cas ordinaire des autres liquides ; vers 3000^{atm} les dernières traces des perturbations des lois générales résultant de l'existence du maximum de densité ont disparu.

» Tels sont les traits généraux de l'ensemble du phénomène ; je vais en reprendre l'étude en détail et la poursuivre au-dessous de zéro; je ne pourrai en donner les résultats numériques définitifs que quand j'aurai terminé le travail actuellement en cours d'exécution sur la déformation des piézomètres.

» J'ajouterai, en terminant, qu'aucun des liquides que j'ai étudiés jusqu'ici n'a présenté sous aucune pression de maximum de densité ; contrairement à une prévision formulée récemment par M. Grimaldi, prévision basée sur une constance du coefficient de compressibilité dans des limites assez étendues de pression, qui est en désaccord complet avec les résultats auxquels je suis arrivé avec tous les liquides que j'ai étudiés. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'influence de la pression dans l'altération des chlorures dissous.* Note de M. G. **Foussereau**, présentée par M. Lippmann.

« Dans deux Notes précédentes ([1]), j'ai présenté les résultats de mes recherches sur les décompositions lentes et limitées que subissent, dans leurs dissolutions, le perchlorure de fer et divers autres chlorures. Ces altérations amènent dans la résistance électrique de ces dissolutions des changements notables qui permettent de suivre la marche des phénomènes chimiques.

» Je me suis servi de la même méthode pour rechercher si les variations de la pression exercent quelque influence sur ces phénomènes. Des variations de pression voisines de 1^{atm} ne produisant pas d'effet sensible, j'ai dû opérer sur des pressions élevées. Le récipient destiné à contenir le liquide se compose d'une éprouvette cylindrique en verre de 48^{cm} de hauteur et d'une capacité de 70^{cc}. Cette éprouvette est fermée

([1]) *Comptes rendus*, 5 juillet et 19 juillet 1886.

par un bouchon creux usé à l'émeri, dont la cavité se prolonge par un tube capillaire recourbé parallèlement à la longueur de l'éprouvette. Ce tube est muni d'un renflement d'une capacité d'environ 2^{cc}, rempli aussi du liquide de l'expérience, et son extrémité ouverte, terminée par un entonnoir plein d'air, plonge dans le mercure d'un grand bloc d'acier où l'appareil est enfermé. Ce bloc est mis en communication avec une pompe Cailletet fournissant la pression nécessaire. La compressibilité de la dissolution a pour effet de faire rentrer à l'intérieur de l'éprouvette une partie du liquide contenu dans le renflement; mais le mercure ne peut pas pénétrer dans l'éprouvette et en reste séparé par une longue colonne capillaire.

» Les liquides employés avaient été préparés depuis un temps assez long pour être parvenus à la résistance sensiblement invariable qui caractérise leur état d'équilibre à la température ordinaire. On comparait cette résistance, conservée par un échantillon non comprimé, à la résistance prise par le liquide qui avait séjourné dans l'appareil de compression pendant un temps déterminé.

» Ces expériences ont fourni les résultats suivants :

» La résistance d'une dissolution de perchlorure de fer, contenant $\frac{1}{33260}$ de ce sel, a passé de 114310 à 113160 après quatre-vingt-dix minutes de compression à 175^{atm}. Cette résistance a donc diminué d'environ $\frac{1}{100}$ de sa valeur, ce qui signifie que l'altération du chlorure par l'eau s'est accrue sous l'influence de la pression, puisque cette altération est accompagnée d'une diminution de résistance. Le liquide ensuite abandonné à lui-même reprend des résistances croissantes, et, au bout de six jours, il revient sensiblement à son état primitif.

» L'effet produit ne pouvait être grand sur une dissolution très étendue, puisque déjà, dans les conditions ordinaires de température et de pression, la limite d'altération de ces dissolutions est voisine de l'unité. J'ai donc cherché à opérer sur un liquide plus concentré; mais il est alors nécessaire de prolonger la durée de la compression, parce que la modification chimique s'accomplit plus lentement.

» Une dissolution de perchlorure de fer, de concentration $\frac{1}{5414}$, après une compression de vingt-quatre heures sous la pression 175^{atm}, est passée de la résistance 19820 à la résistance 18950. La diminution atteint, cette fois, $\frac{1}{23}$ de la résistance primitive. Le retour à cette dernière résistance se produit ensuite avec le temps, comme dans le cas précédent.

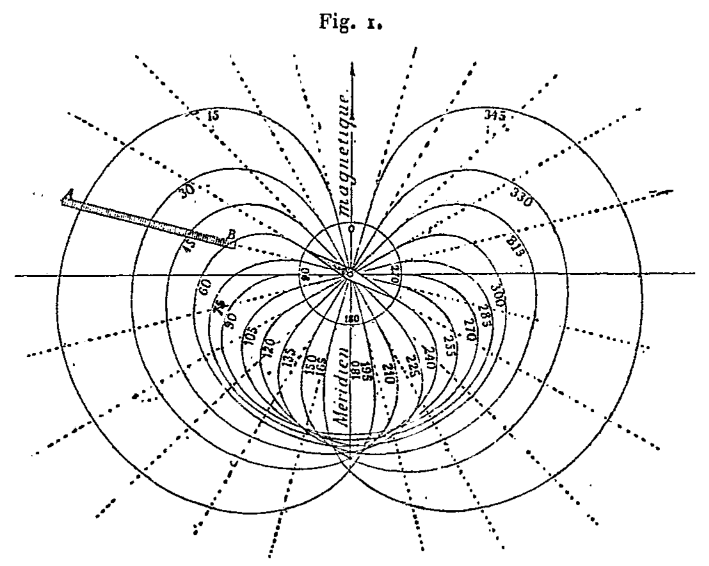
» Le chlorure d'aluminium présente avec une intensité moindre des changements analogues. Une dissolution de ce sel, de concentration $\frac{1}{20485}$, est passée, après dix-neuf heures quarante minutes de compression sous 250^{atm}, de la résistance 170820 à la résistance 169530, ce qui représente une diminution de $\frac{1}{132}$.

» L'augmentation de pression paraît donc avoir, en général, pour effet d'élever la limite d'altération des chlorures dissous (¹). »

PHYSIQUE. — *Courbes magnétiques isogoniques*. Mémoire de M. C. **Decharme**. (Extrait par l'auteur.)

« Lorsqu'on présente à un aimant une aiguille de boussole, elle subit une double influence : celle du magnétisme terrestre et celle de l'aimant. Si l'on déplace celui-ci, il en résulte généralement une déviation de l'ai-

Fig. 1.



Aimant mobile ayant son axe polaire dirigé vers le pivot de l'aiguille.
(Échelle : $\frac{1}{4}$ grandeur naturelle.)

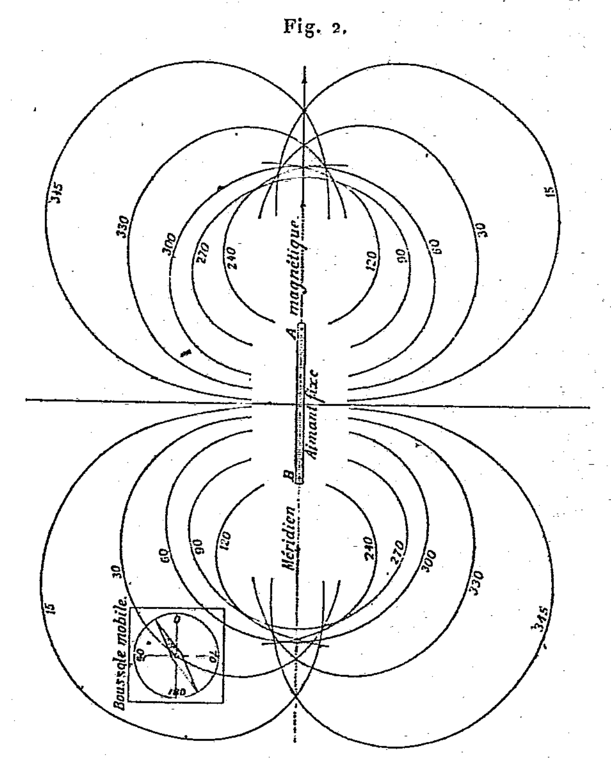
guille; et ce déplacement obéit à une loi assez complexe, qu'il serait difficile de formuler.

(¹) Ce travail a été fait au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne

» J'ai cherché à représenter le phénomène par des courbes en donnant à l'aimant des positions telles que l'aiguille restât à une déviation donnée sous l'influence de l'aimant qu'on déplace en conséquence.

» Ce sont les positions diverses d'un pôle de l'aimant, dans le plan de

Fig. 2.



Aimant fixe horizontal dans le plan du méridien magnétique.
Courbes tracées par le centre de la boussole mobile.

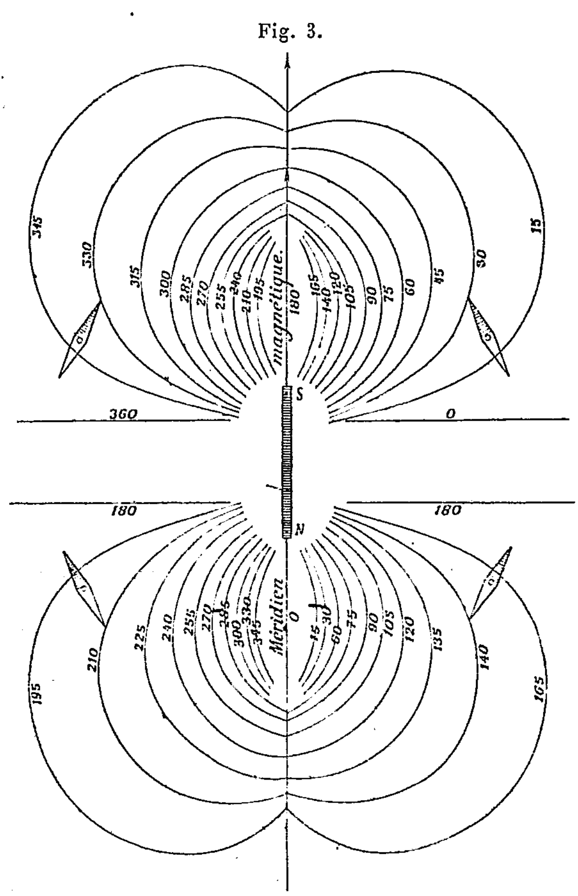
l'aiguille, qui sont représentées par les courbes, pour des angles donnés de cette aiguille.

» Réciproquement, l'aimant restant fixe, on peut donner successivement à la boussole des positions telles, que celle-ci marque constamment la même déviation; ce sont alors les positions successives, soit du centre, soit de l'un des pôles de l'aiguille, qui servent à décrire, par points, les courbes correspondantes.

» Dans le Mémoire d'où la présente Note est extraite on a considéré les cas suivants :

» 1° *Aimant mobile, boussole fixe.* — L'axe de l'aimant est constamment dirigé vers le pivot de l'aiguille (*fig.* 1); ou il est perpendiculaire ou pa-

Fig. 3.



Aimant fixe dans le plan du méridien magnétique, son pôle austral tourné vers le pôle boréal de la terre; courbes tracées par les pôles de l'aiguille.

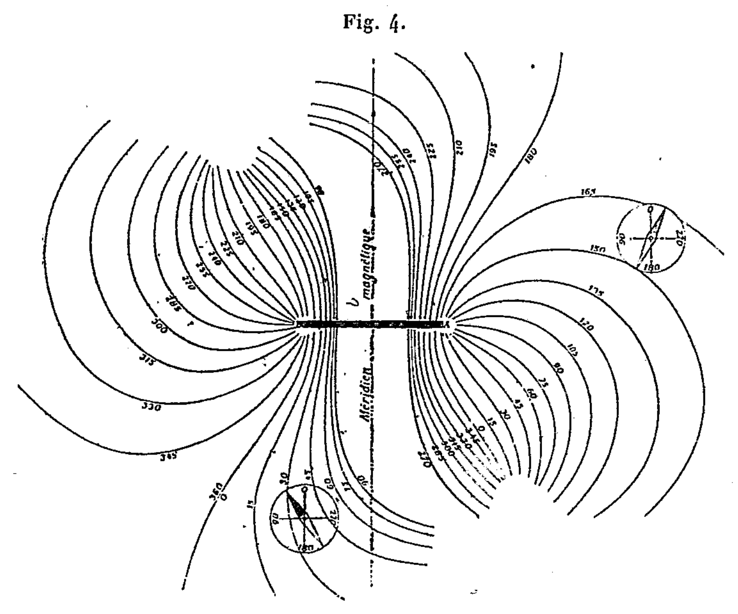
rallèle au méridien magnétique, ou il est parallèle à l'aiguille, ou vertical.

» 2° *Aimant fixe, boussole mobile.* — L'aimant horizontal est situé dans le plan du méridien magnétique (*fig.* 2); le pôle austral est tourné vers le pôle boréal de la terre (*fig.* 3) ou vers le pôle austral.

» L'aimant est perpendiculaire au méridien magnétique (*fig.* 4), ou il est vertical, son pôle austral placé en haut ou en bas.

» Dans ces cas réciproques, les courbes sont tracées par points, d'après

Fig. 4.



Aimant fixe horizontal perpendiculaire au méridien magnétique.

les positions, soit du centre de la boussole (*fig.* 2), soit de l'un des pôles (*fig.* 3). »

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Sur les tourbillons des fumeurs.* Note de M. **A.-F. Nogués.**

« Dans l'une des dernières séances de l'Académie, il a été question des tourbillons des fumeurs pour expliquer les trombes et tornados. Il y a vingt-cinq à trente ans que, en collaboration de l'ingénieur des Ponts et Chaussées, M. Philippe Breton, nous avons étudié et analysé ce phénomène. L'Académie me permettra de lui présenter quelques données sur sa génération et quelques faits intéressants qui s'y rattachent et ne sont pas sans analogie avec quelques manifestations des courants aériens.

» Analysons d'abord la formation des couronnes de fumée blanche que l'on obtient facilement en laissant crever une bulle d'hydrogène phosphoré à la surface de l'eau. Soit une petite masse sphérique de fumée,

d'une densité sensiblement égale à celle de l'air ambiant, et dont, à un instant donné, toutes les molécules sont animées de vitesses égales et parallèles, et voyons comment l'air ambiant altérera ce mouvement.

» Le plan mené par le centre de la sphère, normalement à la direction des vitesses, coupe la sphère suivant un cercle qui est l'*équateur de translation*.

» L'axe de translation normal à ce plan équatorial perce la sphère en deux pôles de translation, l'un *antérieur,* l'autre *postérieur.* Après un élément de temps, l'hémisphère antérieur a déplacé une mince couche d'air, et l'hémisphère postérieur a laissé derrière lui un vide d'égal volume. L'air déplacé par devant a coulé le long des méridiens de translation, traversé le plan mobile de l'équateur et est venu remplir le vide formé par derrière. Le tout se réduirait à cet écoulement, sans la résistance au glissement des parties des fluides entre elles.

» Cette résistance va entraîner des changements importants. En effet, il y a autour du pôle antérieur une divergence rapide qui, par entraînement latéral, entraîne dans ce courant divergent une couche de la sphère de fumée, ainsi qu'une couche de l'air extérieur. Cet entraînement tend donc à faire le vide autour du pôle antérieur de translation. Autour de l'équateur de translation, la nappe d'air, qui doit venir par derrière, a une vitesse rétrograde qui entraîne à l'arrière une couche d'air extérieur, et qui fait même rétrograder une certaine couche de la fumée intérieure.

» Autour du pôle postérieur de translation tous les filets gazeux, soit de fumée, soit d'air transparent, viennent, en suivant les méridiens de l'hémisphère postérieur, se buter les uns contre les autres et tendent à établir en ce point une forte compression. Ainsi une colonne centrale de petit diamètre autour de l'axe de translation reçoit par le pôle postérieur de la fumée et de l'air, et de la fumée et de l'air sont jetés en dehors de cette même colonne à son extrémité antérieure. La vitesse doit donc s'y accélérer. Si l'on partage maintenant la sphère de fumée par des plans méridiens très voisins, on voit que dans chacune de ses branches il y a une rotation autour d'un point situé sur le plan de l'équateur. Ce tourbillon doit conserver toujours à peu près la même forme, tout en grossissant à mesure qu'il entraîne dans son mouvement de nouvelles couches d'air.

» Pour donner une idée de la disposition des couches d'air qui tourbillonnent ainsi, nous considérerons la série de courbes comprises dans l'équation $y(x^2+y^2-a^2)=c^3$. En y faisant $c=0$, elle représente un lieu de troisième degré composé du cercle $(x^2+y^2-a^2=0)$ et de l'axe des x. En

donnant à c une petite valeur positive, la figure se brise aux deux extrémités du diamètre qui se confondait avec l'axe des x : d'une part on a en dedans du demi-cercle, du côté des y positifs, un circuit fermé qui se confond presque avec le demi-cercle sur une partie de sa longueur et avec l'axe des x sur une partie du diamètre. C'est seulement aux angles que le diamètre se trouve émoussé. Le lieu du troisième degré est complété par une branche infinie qui entoure en dehors le demi-cercle du côté des y négatifs, se replie près des intersections de ce cercle avec l'axe des x, puis se retourne vers les deux prolongements du diamètre vers les x positifs et négatifs : c'est une asymptote de la courbe. Ensuite c croissant de plus en plus et approchant d'une certaine limite, la branche fermée devient sensiblement elliptique; et enfin c atteignant cette limite, la branche fermée se réduit à un point conjugué; c dépassant cette limite, la branche fermée s'évanouit.

» Faisons tourner les branches fermées autour de l'axe des x; elles engendrent une suite de surfaces annulaires qui diffèrent d'autant plus d'un tore qu'elles sont plus éloignées du point évanouissant. Celles de ces surfaces dont les génératrices correspondent à de petites valeurs de c ont un ventre qui diffère peu d'une sphère dont on aurait retranché deux calottes autour de deux pôles opposés, et leur gorge présente la forme de deux pavillons de trompette réunis par leur embouchure et qui s'épanouissent en sens contraire pour se réunir par leurs parallèles plats au ventre de la surface annulaire. Il faut imaginer toutes ces surfaces annulaires emboîtées les unes dans les autres et concevoir que, dans chaque section méridienne du système des surfaces, les molécules tournent en décrivant des courbes méridiennes de cette série de surfaces; tel est, à peu près, le mouvement qui a lieu dans un *tourbillon isolé*. Et comme, à chaque instant, la communication latérale du mouvement continue d'entraîner de nouvelles couches de l'air ambiant dans le système du tourbillon, il est facile de reconnaître que de cet entraînement doivent résulter deux effets remarquables qui font parfaitement concevoir la formation des couronnes de fumée, effets que nous analyserons dans une deuxième Note. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude sur les vanadates alcalins.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« III. Vanadates de lithine. — 1° VO^5,LiO. — Le vanadate neutre de lithine s'obtient quand on fait bouillir dans l'eau un mélange à équi-

valents égaux d'acide vanadique soluble et de carbonate de lithine; il se dégage de l'acide carbonique, et la liqueur incolore évaporée dans le vide se concentre en un épais sirop avant de cristalliser; il se forme ensuite des houppes blanches constituées par des aiguilles soyeuses et brillantes qu'on sépare de l'eau mère en les séchant sur de la porcelaine poreuse. Ces aiguilles renferment $VO^5LiO, 4HO$, elles perdent leur eau quand on les chauffe et donnent un liquide brun qui laisse après refroidissement une masse cristalline de vanadate neutre anhydre.

» 2° $2VO^5, LiO$. — Le bivanadate se produit quand, à la solution aqueuse de vanadate neutre, on ajoute de l'acide acétique de manière à rendre la liqueur acide; celle-ci est rouge-grenat; évaporée dans le vide, elle devient sirupeuse avant de cristalliser, puis elle dépose de beaux cristaux rouges à reflets dorés et transparents; leur composition correspond à la formule $2VO^5LiO, 12HO$.

» Dans une liqueur concentrée à chaud, il se forme des paillettes minces, d'un rouge plus orangé que les cristaux précédents et qui contiennent moins d'eau; leur composition est représentée par $2VO^5LiO, 8HO$.

» 3° $3VO^5, 2LiO$. — Quand on fait bouillir du carbonate de lithine avec un excès d'acide vanadique, il se dissout un peu plus de $1^{éq}$ de cet acide et l'on obtient, après filtration, une liqueur rouge; celle-ci, additionnée de quelques gouttes d'acide acétique, puis fortement concentrée, ne cristallise qu'au bout de quelques jours; elle donne alors naissance à de beaux cristaux rouge orangé qui contiennent $3VO^5, 2LiO, 16HO$.

» Ces sels acides hydratés perdent leur eau sans fondre quand on les chauffe et deviennent rouge brun foncé; à température plus élevée, ils se changent en un liquide brun foncé qui donne, en se solidifiant, une masse cristalline rayonnée de sel anhydre.

» 4° $VO^5, 2LiO$. — On obtient ce vanadate quand, après avoir dissous dans l'eau un mélange à équivalents égaux de carbonate de lithine et d'acide vanadique, on ajoute de la lithine à la liqueur filtrée, de manière à la rendre fortement alcaline, puis qu'on évapore dans le vide. La liqueur devient sirupeuse, puis elle laisse déposer des aiguilles blanches soyeuses qu'on dessèche sur de la porcelaine pour les débarrasser de l'eau mère qui les imprègne. Ces cristaux contiennent $VO^5, 2LiO, 6HO$; ils perdent leur eau quand on les chauffe, fondent et laissent, après refroidissement, une masse blanche cristalline et nacrée du sel anhydre $VO^5, 2LiO$.

» 5° $VO^5, 3LiO$. — L'eau mère des cristaux précédents en produit d'une autre nature quand on la concentre davantage; ils seront difficiles à séparer

du liquide épais qui les mouille et leur composition s'accorde avec la formule $VO^5, 3LiO, 6HO$.

» 6° $VO^5, 4LiO$. — Si, après avoir saturé du carbonate de lithine avec un excès d'acide vanadique, on verse la liqueur rouge que l'on obtient dans un grand excès d'une solution concentrée et chaude de lithine, il se produit presque immédiatement un dépôt blanc constitué par des cristaux transparents, microscopiques, présentant la composition $VO^5, 4LiO, HO$; ce dépôt abandonné dans l'eau mère se change peu à peu en beaux cristaux transparents, incolores et volumineux. Ce sont des rhomboèdres tantôt isolés et très nets, tantôt modifiés et associés en groupes plus ou moins complexes; ils renferment $VO^5, 4LiO, 14HO$. Ces cristaux perdent leur eau quand on les chauffe, et laissent un sel anhydre qui au rouge ne fond pas.

» IV. — En résumé, la potasse, l'ammoniaque, la soude et la lithine donnent des sels cristallisés et bien définis, réunis dans le Tableau ci-dessous :

Potasse ([1]).		Ammoniaque ([2]).		Soude ([3]).		Lithine.	
$3VO^5,KO$..	9HO 13HO	$3VO^5,AzH^4O$..	10HO	$3VO^5,NaO$..	3HO		
$2VO^5,KO$..	3HO 8HO 10HO	$2VO^5,AzH^4O$..	3HO	$2VO^5,NaO$..	5HO 10HO	$2VO^5,LiO$..	8HO 12HO
$3VO^5,2KO$..	6HO	$3VO^5,2AzH^4O$..	4HO 6HO	$3VO^5,2NaO$..	16HO 18HO	$3VO^5 2LiO$..	16HO
VO^5,KO....	25HO 3HO 4HO 6HO	VO^5,AzH^4O...		VO^5,NaO....	4HO 5HO 6HO 8HO	VO^5,LiO...	4HO
$VO^5,2KO$..	4HO			$VO^5,2NaO$....	8HO 18HO	$VO^5,2LiO$...	6HO
$VO^5,3KO$..	9HO 13HO			$VO^5,3NaO$..	20HO 24HO 26HO	$VO^5,3LiO$..	6HO
$VO^5,4KO$..	20HO			$VO^5,4NaO$..	26HO 30HO	$VO^5,4LiO$..	HO 14HO

» Les sels anhydres se rapportent tous, comme on le voit, à un petit nombre de formules simples; les hydrates retiennent des quantités d'eau

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 918.
([2]) *Ibid.*, t. CIV, p. 902.
([3]) *Ibid.*, t. CIV, p. 1061.

variables avec les circonstances de la cristallisation, mais leurs propriétés générales sont les mêmes. Tous les sels acides sont colorés en rouge plus ou moins foncé, plus ou moins teinté d'orangé, et parmi eux les trivanadates se montrent comme produits de la décomposition des solutions de bivanadates sous l'influence de la chaleur. Les sels neutres sont incolores et très analogues entre eux; quant aux sels basiques, également incolores ou blancs, nous les avons vus se former avec les différents alcalis dans des circonstances tout à fait comparables, et ils présentent aussi entre eux des analogies remarquables de propriétés et de composition.

» Il nous reste à examiner maintenant les vanadates métalliques proprement dits, et à montrer qu'ils rentrent dans les mêmes types de formules que les vanadates alcalins; cette étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur les hydrates de l'arséniate de soude.* Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« 1. L'arséniate de soude cristallisé, tel que le commerce le livre pour l'usage médical, s'écarte d'ordinaire dans de notables proportions de la teneur en eau que lui assigne la pharmacopée française : 40,8 pour 100 ou $15^{éq}$. M. J. Lefort, ayant dosé l'eau dans dix échantillons secs et bien cristallisés, provenant de différentes maisons de droguerie, a trouvé les résultats suivants [1] :

Échantillon.	Eau pour 100.	Échantillon.	Eau pour 100.
1	44,05	6	43,65
2	42,60	7	45,09
3	53,98	8	43,83
4	56,07	9	54,28
5	43,97	10	57,45

» La même incertitude existe dans les Ouvrages de Pharmacie, touchant la composition et les conditions de formation des hydrates d'arséniate de soude, ainsi que le montre le résumé suivant :

(1) J. Lefort, *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5e série, t. I, p. 486.

Auteurs.	Composition des cristaux.	Température de la cristallisation.
Soubeyran..........	$2NaO, AsO^5, 9HO$	Au-dessus de +20°
»	$2NaO, AsO^5, 13HO$	Au-dessous de +20°
»	$2NaO, AsO^5, 27HO$	A 0°
Gmelin............	$2NaO, AsO^5, 17HO$	A +20°
Setterberg..........	$2NaO, AsO^5, 28HO$	A 0°
J. Lefort...........	$2NaO, AsO^5, 16HO$	De +14° à +20°
Lajoux (¹)..........	$2NaO, AsO^5, 25HO$	Au-dessous de +20°
»	Pas de composition fixe	Au-dessus de +18°
Codex, 1884........	$2NaO, AsO^5, 15HO$	Entre +15° et +20°

» Cependant des raisons théoriques et principalement l'isomorphisme ne permettent pas d'assigner aux hydrates de l'arséniate de soude d'autres formules que celles des hydrates correspondants du phosphate de soude. L'examen de la dissociation de l'arséniate de soude hydraté conduit aux mêmes conclusions et permet d'expliquer des écarts rencontrés dans la pratique.

» 2. I. *Déshydratation de l'arséniate de soude cristallisé.* — 1° A + 20° :

	Tension en millimètres de mercure.
Solution saturée, environ........................	16,0 mm
$2NaO, AsO^5 + 25,89HO$ solide..................	16,0
$2NaO, AsO^5 + 15,55HO$ » effleuri............	15,8
$2NaO, AsO^5 + 15,14HO$ »	16,0
$2NaO, AsO^5 + 14,94HO$ »	4,6
$2NaO, AsO^5 + 2,76HO$ »	4,6
$2NaO, AsO^5 + 1,08HO$ »	4,6
$2NaO, AsO^5 + 0,87HO$ »	Tension infér. à 1mm.

» 2° A 100°.

» On distingue quatre périodes pendant la déshydratation :

» *a.* Le sel est fondu en un liquide homogène. La pression diminue à mesure que l'eau s'en va.

» *b.* Une seconde période correspond à la saturation de la solution. La tension se fixe à 424mm et demeure invariable.

» *c.* Pendant une troisième période, le sel est devenu entièrement so-

(¹) H. Lajoux, *Journal de Pharmacie et de Chimie,* 5e série, t. II, p. 473.

lide; il offre une tension uniforme qui ne peut être que la tension de dissociation du composé à 15HO.

» *d*. Enfin la tension s'annule quand le sel prend la composition du monohydrate.

» 3. II. *Hydratation du sel à* 15HO. — Ce sel, en beaux cristaux, a été finement pulvérisé et placé sous une cloche humide. A la température de — 5° à — 8°, il absorbe la vapeur d'eau sans devenir humide et d'une façon lente et continue.

	Tension à + 5°.
	mm
$2NaO, AsO^5 + 16,56HO$	4,2
$2NaO, AsO^5 + 16,82HO$	4,5
$2NaO, AsO^5 + 17,55HO$	4,5
$2NaO, AsO^5 + 18,07HO$	4,5

» 4. La série de mesures qui précède rend manifeste l'existence de trois hydrates. Le plus haut degré d'hydratation est, comme on le voit, mal défini par sa tension de dissociation qui, à + 20°, se confond avec la tension maximum de la solution saturée.

» La suite de la dissociation montre clairement que la formule du deuxième composé est

$$2NaO, AsO^5, 15HO.$$

Elle fait voir également que cet hydrate se transforme, en s'effleurissant, en monohydrates sans engendrer d'autre composé intermédiaire.

» 5. Voici la tension de ces hydrates en fonction de la température :

Température.	$2NaO, AsO^5, 15HO$.		Degré supérieur d'hydratation.	Solution saturée.
o		mm	mm	mm
0	environ	1,0	3,1	4,1
5	»	1,2	4,5	6,2
10	»	2,1	7,5	8,7
20	»	4,6	16,0	16,0
30	»	15,0	Partiellement fondu.	»
40	»	29,0	»	»
60	»	77	»	»
79	»	»	»	176
80	»	188	»	»
100	»	424	»	424

» 6. On voit que, dans les circonstances ordinaires, le degré supérieur d'hydratation s'effleurit rapidement; mais le sel à 15HO n'est ni efflores-

cent ni déliquescent. La cristallisation, opérée au-dessus de 23°, ne peut donner que ce dernier hydrate; mais celui-ci, ramené au-dessous de 23°, peut ensuite, soit dans une atmosphère saturée d'humidité, soit dans les eaux mères où il s'est produit, absorber de l'eau et se transformer plus ou moins complètement dans le degré supérieur d'hydratation. Exposé à l'air, il perd ensuite, sans difficulté, l'eau surnuméraire.

» Ainsi, dans la préparation de l'arséniate de soude officinal, les autres détails étant quelconques, il est suffisant et nécessaire, pour avoir un produit de composition constante, $2NaO, AsO^5, 15HO$, de dessécher le sel obtenu (réduit en poudre fine) à l'air libre et à la température ordinaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Production artificielle de la magnétite.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Le sulfate ferreux, le sulfate ferrique ou leur mélange décomposés au sein du sulfate de soude, fût-ce au milieu d'un courant d'acide carbonique sec, ne produisent que du peroxyde de fer cristallisé. Pour obtenir de l'oxyde magnétique, il faut, au moment où la totalité du fer est déposée à l'état de sesquioxyde, faire intervenir un corps réducteur tel que le fer ou ses sulfures, le charbon, les sulfites alcalins. En continuant l'action de la chaleur jusqu'à ce que la partie fondue soit devenue bien limpide et après avoir traité le produit de l'opération par l'eau bouillante, on constate que la partie insoluble présente toutes les propriétés de l'oxyde magnétique.

» La présence des sulfates de fer ne paraît donc utile ici qu'à produire de l'oxyde ferrique sur lequel agissent ensuite les corps réducteurs. Le fer oligiste placé dans les mêmes conditions que l'oxyde artificiel donne, en effet, naissance au même composé magnétique.

» Les corps réducteurs agissent-ils uniquement sur l'oxyde de fer? Le sulfate de soude ne joue-t-il qu'un rôle passif? Les essais tentés en vue d'éclaircir ces deux points m'ont conduit à découvrir plusieurs autres moyens de préparer le ferrite de fer cristallisé, moyens qui n'ont pas encore été signalés et que je vais exposer brièvement.

» *Action du fer et de ses sulfures sur les sulfates alcalins.* — Lorsque l'on plonge du fer à l'état de fil ou mieux de tournure dans un bain de sulfate de soude fondu, il se produit un dégagement peu abondant d'acide sulfureux; après quelques minutes, l'examen d'une partie du fer et de la masse

fondue prouve qu'il s'est produit une petite quantité de soude libre, du sulfite de sodium, un sulfure double alcalino-ferreux et un ferrite de fer magnétique de deux à quatre fois plus riche en protoxyde que le ferrite normal Fe^2O^3, FeO. En continuant l'action de la chaleur, on voit graduellement le ferrite s'oxyder, les sulfures et les sulfites disparaître et, lorsque la masse fondue est limpide, l'eau ne dissout plus que du sulfate de soude. A ce moment, on constate que tout le fer est transformé en oxyde magnétique cristallisé.

» Si l'on est parti de quantités pesées d'avance, on trouve le poids du creuset, après l'expérience, augmenté d'une quantité sensiblement égale à celle de l'oxygène absorbé par le fer. Le sulfate de soude a donc, en réalité, joué d'abord le rôle d'agent sulfurant et oxydant; il a repris ensuite à l'atmosphère ambiante l'oxygène qu'il avait ainsi perdu.

» Le sulfate de potassium agit sur le fer comme le sel de sodium.

» Les sulfures de fer exercent aussi une action énergique sur les sulfates alcalins. Pendant cette réaction, il se dégage beaucoup d'acide sulfureux; les produits solubles formés dans le commencement sont les mêmes qu'avec le fer, et les cristaux qui se déposent sont un mélange d'oxyde et de sulfure magnétiques. La fusion étant continuée jusqu'à ce que la matière fondue ne renferme plus de sulfite, l'eau employée à désagréger le culot ne contient plus que du sulfate sodique et une faible proportion de carbonate alcalin; elle laisse déposer de la magnétite exempte de soufre. En opérant quantitativement, on constate que le changement de poids du mélange correspond à peu près exactement à celui qu'exige la disparition du soufre contenu dans le sulfure et l'absorption de $1^{éq}\frac{1}{3}$ d'oxygène par le fer de ce sulfure.

» Les cristaux de magnétite obtenus sont d'autant plus nombreux et plus beaux que la production du sulfure double alcalino-ferreux a été plus abondante. Les meilleures cristallisations de magnétites que j'aie obtenues, dans lesquelles les octaèdres atteignaient jusqu'à 1^{mm} d'épaisseur, ont été préparées en remplaçant les sulfates par le sulfure et le sulfite de sodium. Ce dernier sel, on le sait, fondu au rouge, produit beaucoup de sulfure alcalin. Dans les deux cas une forte proportion du fer ou du sulfure employés passe d'abord à l'état de sulfure double; le dépôt des cristaux ne se fait que plus tard sous l'influence oxydante de l'air.

» L'action du fer pur ou sulfuré sur le sulfate de soude étant ainsi connue, l'influence du sulfure double sur la cristallisation de l'oxyde magnétique étant admise, il est facile d'expliquer la transformation en ma-

gnétite du peroxyde de fer, sous l'influence des corps réducteurs et au sein du sulfate sodique fondu, puisque dans ces conditions il se produit toujours du sulfure double de fer et de sodium.

» Le carbonate ferreux naturel produit de la magnétite octaédrique dans les mêmes conditions que le sesquioxyde de fer, mais le produit obtenu renferme des ferrites de manganèse, de chaux et de magnésie.

» Les magnétites obtenues avec le peroxyde de fer cristallisé hexagonal n'affectent pas toujours la forme octaédrique ; elles conservent la forme du peroxyde lorsque la quantité de réducteur employé n'est que peu supérieure à celle qu'exige la formation de l'oxyde magnétique.

» *Propriétés de la magnétite artificielle.* — L'oxyde magnétique obtenu par les procédés qui viennent d'être décrits paraît identique à la magnétite naturelle. Il est, comme elle, attirable à l'aimant, laisse une trace noire sous le pilon, présente l'éclat métallique et affecte la forme d'octaèdres opaques, modifiés quelquefois par de très petites facettes du dodécaèdre rhomboïdal. Sa dureté, 6 à 6,5, est celle du minéral naturel, variable entre 5,5 à 6,5 ; sa densité, 5,21 à 5,25, diffère peu de la densité du produit naturel, comprise entre 4,9 et 5,27.

» Les cristaux de magnétite pure ne sont altérés ni par l'eau bouillante ni par l'action de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique portés au rouge cerise très clair. Les acides chlorhydrique et azotique étendus de 10^{vol} d'eau ne les attaquent pas; ces mêmes acides concentrés, ainsi que l'eau régale, les dissolvent lentement; les résidus laissés après dissolution des $\frac{10}{100}$, $\frac{25}{100}$, $\frac{50}{100}$ de la magnétite par ces dissolvants acides présentent encore la composition de l'oxyde soumis à l'expérience.

» Grillée à l'air, la magnétite pure se transforme en peroxyde de fer pur et sans action sur l'aimant. Le résidu que laisse, après son grillage, la magnétite obtenue avec le carbonate ferreux reste toujours magnétique ; cette anomalie paraît due à la présence des ferrites étrangers.

» La richesse en ferrite normal, Fe^3O^4, des oxydes artificiels, calculée d'après l'augmentation de poids qu'ils éprouvent à la suite d'un grillage complet, varie de $\frac{93}{100}$ à $\frac{100}{100}$. Ces différences sont dues à ce que la magnétite, au sein du sulfate sodique, se réoxyde lentement, sans changer de forme, aux dépens de l'atmosphère oxydante qui entoure le creuset. Les surfaces des cristaux, dans ces circonstances, ne perdent rien de leur netteté et de leur éclat. Au contraire, après le grillage à l'air de la magnétite, grillage opéré cependant d'une manière très lente, ses faces octaédriques deviennent rugueuses. Ces derniers faits permettent de supposer que la

martite naturelle est le produit d'une oxydation de la magnétite au sein même du milieu qui lui a donné naissance.

» La magnétite naturelle a déjà été reproduite par des procédés variés, qu'il serait trop long d'énumérer ici ; aucun d'eux ne présente d'analogie avec ceux que j'ai décrits dans ce travail. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche qualitative des sulfites en présence des hyposulfites et des sulfates.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on traite une solution d'un sulfite neutre alcalin par du chlorure de baryum, on obtient par double décomposition du sulfite neutre de baryum insoluble, et du chlorure de baryum

$$S^2O^6K^2 + 2BaCl = S^2O^6Ba^2 + 2KCl,$$

et la liqueur, fortement alcaline au début, devient exactement neutre au tournesol.

» Si l'on traite de même une solution de bisulfite alcalin par du chlorure de baryum, il se forme encore du sulfite neutre de baryte, et la moitié de l'acide sulfureux reste en dissolution :

$$2(S^2O^6KH) + 2BaCl = 2KCl + S^2O^6Ba^2 + S^2O^6H^2.$$

» Il en résulte que, si l'on traite par le chlorure de baryum un mélange de sulfite et de bisulfite alcalin, mélange qui possède une réaction nettement alcaline, même lorsque la proportion de sulfite neutre est faible, la solution devient acide après l'addition du chlorure de baryum et contient de l'acide sulfureux libre.

» Sur ces faits, on peut fonder un procédé rapide et commode pour la recherche des sulfites en présence des hyposulfites, qui dégagent comme les premiers de l'acide sulfureux par l'action des acides. Il suffit de neutraliser la solution du mélange de ces sels, par de l'acide chlorhydrique, si le mélange est alcalin, en évitant avec soin un excès d'acide, et de la précipiter ensuite par le chlorure de baryum. La liqueur qui devient acide et contient de l'acide sulfureux est soumise à la distillation. L'acide sulfureux est entraîné dans les premières portions du liquide distillé et peut y être caractérisé. On peut encore traiter la liqueur filtrée par l'iodure de potassium ioduré et y rechercher la présence de l'acide sulfurique.

» Le même procédé est applicable en présence des sels de la série thionique, qui dégagent de l'acide sulfureux par l'action des acides. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les eaux sulfureuses et sulfureuses dégénérées d'Olette (Pyrénées-Orientales)* (¹). Note de M. **Ed. Willm**, présentée par M. Friedel.

« Les eaux d'Olette sont, avec celles d'Ax (Ariège), les plus chaudes et les plus abondantes de toute la chaîne pyrénéenne. La source la plus chaude, désignée avec raison sous le nom de *Cascade*, possède une température de 79°,4. Sa minéralisation ne diffère pas de celle des autres sources de la station, très nombreuses et toutes très abondantes. La sulfuration, pour les sources observées, varie entre 0gr,014 et 0gr,023 de sulfure de sodium; le résidu total, séché à 120°, oscille entre 0gr,262 et 0gr,275 par litre; la silice entre 0gr,086 et 0gr,090. (Les analyses de Bouis père, faites vers 1850, accusaient pour la source de la Cascade un résidu de 0gr,460, avec 0gr,164 de silice, et pour les autres sources un résidu et des proportions de silice très variables, tandis que mes analyses n'offrent que des différences insignifiantes d'une source à l'autre.)

» Le point sur lequel je demande la permission d'attirer spécialement l'attention concerne les eaux sulfureuses dégénérées d'Olette. Ces eaux, comme les sulfureuses, sont toutes thermales. La plus importante est la source dite *alcaline* (source Cérola); sa température est de 52°,5; la buvette n° 23, que j'ai examinée avec celle-ci, possède une température de 33°,1. Le dosage des principaux éléments fixes dans ces eaux les assimile complètement aux eaux sulfureuses. La silice, le chlore, le sodium y sont contenus dans la même proportion. La quantité d'acide sulfurique y est nécessairement plus grande, et cela en rapport à peu près avec le sulfure et l'hyposulfite qui ont disparu. L'alcalinité totale est plus faible que dans les eaux sulfureuses, à peu près de la quantité correspondant au sulfure disparu. Le calcium est un peu plus abondant dans les sulfureuses dégénérées, ainsi que l'acide carbonique. Mais ce qui caractérise surtout ces eaux, c'est la présence d'*azotates* en proportion relativement considérable.

(¹) Ces analyses ont été faites à la Faculté des Sciences de Lille, sur la demande du Comité consultatif d'hygiène, en vue de la revision de l'*Annuaire des eaux minérales de France*.

» Voici d'abord la composition élémentaire de ces eaux :

Noms des sources.	Eaux sulfureuses.				Sulfureuses dégénérées.	
	Cascade (79°,4).	St-André (74°,9).	Eau-Bonne (42,2).	N° 4 (41°,5).	Cérola (52°,5).	N° 23 (33°,1)
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Soufre des sulfures.........	0,0078	0,0096	0,0064	0,0057	»	»
Acide hyposulfureux (S^2O^3).	0,0111	0,0113	0,0110	0,0098	»	»
Acide sulfurique (SO^4).....	0,0168	0,0184	0,0210	0,0300	0,0416	0,0411
Chlore....................	0,0101	0,0110	0,0107	0,0105	0,0102	0,0136
Acide azotique (AzO^3).....	»	»	»	»	0,0260	0,0174
Silice.....................	0,0898	0,0866	0,0876	0,0860	0,0880	0,0895
Sodium....................	0,0602	0,0606	0,0592	0,0592	0,0606	0,0590
Potassium................	0,0046	0,0062	0,0051	0,0051	0,0037	0,0040
Calcium..................	0,0024	0,0020	0,0020	0,0024	0,0040	0,0092
Magnésium................	Traces	0,0001	Traces	Traces	0,0002	0,0003
Acide carbonique total......	0,0410	0,0448	0,0444	0,0480	0,0520	0,0759

» Toutes ces eaux renferment, en outre, des traces d'acide borique, d'acide phosphorique, d'arsenic et d'iode, mais *pas d'ammoniaque*. Les eaux sulfureuses abandonnent, en outre, à leur émergence de grandes quantités de glairine en filaments mousseux d'une grande longueur.

» L'acide azotique, que j'ai été conduit à rechercher dans les eaux dégénérées à cause de l'insuffisance des éléments acides (alcalinité comprise) par rapport aux métaux, y a été caractérisé d'abord par la réaction de l'indigo, puis dosé par sa transformation en ammoniaque. Cette transformation a été effectuée en faisant digérer l'eau, neutralisée par la quantité nécessaire d'acide sulfurique titré, avec le *couple zinc-cuivre* préparé par voie sèche (limaille de zinc et cuivre réduit de l'oxydule).

» La réduction a été suivie de jour en jour, en observant, sur quelques centimètres cubes d'eau, la réaction de Nessler. Après huit jours, l'intensité de la couleur produite ne variait plus. Elle correspondait alors, pour la source Cérola, à une solution d'ammoniaque à $0^{gr},0068$ par litre, et, pour la source n° 23, à une solution à $0^{gr},0048$ d'ammoniaque. Le dosage de l'ammoniaque par alcalimétrie, après distillation de 500^{cc} d'eau réduite, a confirmé ces résultats. Il a donné $0^{gr},0072$ d'ammoniaque dans le premier cas et $0^{gr},0047$ dans le second cas. Ces chiffres conduisent, en moyenne, pour l'acide azotique, aux nombres $0^{gr},0260$ et $0^{gr},0174$ (AzO^2,O).

» Quelle est l'origine de cet acide azotique? Je ne pense pas qu'on puisse l'attribuer à une autre cause qu'à une nitrification des éléments de

l'air rencontrant, dans les couches plus ou moins profondes, un filon d'eau sulfureuse, nitrification qui serait favorisée par la température élevée et par la pression et peut-être aussi par l'oxydation simultanée du principe sulfuré. La légère augmentation du carbonate de calcium s'expliquerait en même temps par l'action sur la roche de l'acide carbonique de l'air. L'identité de composition, pour les autres éléments, ne permet pas d'admettre l'influence d'une infiltration d'eau de surface, d'autant plus que c'est la plus thermale des deux sources examinées qui se trouve aussi la plus riche en azotate.

» Je rappellerai à ce sujet que j'ai signalé, il y a quelques années [1], la présence des azotates dans les eaux de Plombières, eaux thermales, alcalines et silicatées dans des proportions très voisines de celles qui se rencontrent dans les sulfureuses dégénérées d'Olette.

» Le Tableau ci-dessous montre la constitution qu'on peut assigner aux eaux d'Olette; on a admis dans ce groupement que tout l'acide carbonique est combiné sous forme de bicarbonates.

Groupement hypothétique des éléments dans les eaux d'Olette.

	Eaux sulfureuses.				Sulfureuses dégénérées.	
	Cascade.	St-André.	Eau-Bonne.	N° 4.	Cérola.	N° 23.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Sulfure de sodium	0,0191	0,0234	0,0156	0,0137	»	»
Hyposulfite de sodium	0,0156	0,0164	0,0153	0,0139	»	»
Carbonate de sodium	0,0431	0,0481	0,0482	0,0515	0,0509	0,0610
» calcium	0,0060	0,0050	0,0050	0,0060	0,0103	0,0230
» magnésium	Traces	0,0004	Traces	Traces	0,0007	0,0011
Silicate de sodium (SiO^3Na^2)	0,0366	0,0235	0,0278	0,0177	0,0121	»
Silice en excès	0,0738	0,0750	0,0739	0,0773	0,0821	0,0895
Sulfate de sodium	0,0165	0,0156	0,0234	0,0351	0,0546	0,0535
» potassium	0,0103	0,0139	0,0113	0,0114	0,0085	0,0090
Chlorure de sodium	0,0167	0,0181	0,0176	0,0172	0,0168	0,0224
Azotate de sodium	»	»	»	»	0,0357	0,0238
Acide borique, arsenic, etc.	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces
Matière organique (par différence)	0,0373	0,0446	0,0243	0,0186	0,0075	0,0065
Résidu séché à 120°	0,2750	0,2840	0,2624	0,2624	0,2792	0,2898
Contrôle de l'analyse. Résidu converti en sulfate.	0,2950	0,2960	0,2908	0,2876	0,2976	0,3126
Contrôle de l'analyse. Id. d'après le groupement.	0,2941	0,2949	0,2900	0,2884	0,2983	0,3134
Contrôle de l'analyse. Alcalinité (SO^4H^2 nécessaire) observée	0,1009	0,1000	0,0902	0,0873	0,0675	0,0804
Contrôle de l'analyse. Alcalinité (SO^4H^2 nécessaire) d'après le groupement.	0,0990	0,0982	0,0914	0,0848	0,0676	0,0801

[1] *Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène*, t. X; 1881.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétonitrile synthétique*. Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Ch. Friedel.

« Dans l'ordre des recherches que j'ai entreprises dans le but de déterminer la valeur relative des quatre unités d'action chimique de l'atome du carbone ([1]), l'acétonitrile et l'acide acétique synthétiques jouent un rôle d'une importance considérable.

» L'acétonitrile synthétique fut préparé pour la première fois, en 1847, dans le laboratoire de M. Dumas ([2]), par la méthode de Pelouze, en distillant un mélange de méthylsulfate et de cyanure potassiques.

» Une seule opération m'a suffi pour me donner la certitude que cette méthode est tout à fait impropre pour préparer avec avantage des quantités quelque peu notables d'acétonitrile. J'ai eu recours alors à la réaction des éthers haloïdes. Le seul dont l'usage était possible dans le cas présent est l'iodure CH^3I (ébull. 44°), corps si aisé à préparer et à purifier.

» La réaction de l'iodure de méthyle sur le cyanure de potassium est signalée dans divers Traités de Chimie organique; mais les ouvrages qui la mentionnent sont ceux où manquent les indications bibliographiques; on ne trouve d'ailleurs nulle part de détails sur sa marche et son rendement. C'est assez dire que cette réaction anonyme n'est qu'une réaction théorique, que personne jusqu'ici n'a réalisée pratiquement. Alors que j'avais déjà préparé, par cette voie, au moins un demi-litre d'acétonitrile, j'ai constaté toutefois qu'elle avait déjà occupé M. Schlagdenhauffen ([3]) en 1859.

» Suivant M. Schlagdenhauffen, l'iodure de méthyle ne réagit pas sur le cyanure de potassium en présence de l'alcool, ni à froid ni à la température d'ébullition de cet éther; mais la réaction s'accomplit en tubes scellés, en chauffant dans l'eau bouillante. A l'ouverture des tubes, il n'y a pas de dégagement gazeux, et en soumettant le liquide à la distillation, on reconnaît à l'*odeur alliacée* qu'il s'est formé de l'éther méthyl-cyanhydrique. On voit que le travail de M. Schlagdenhauffen se réduit à quelques essais qualitatifs. En ce qui concerne l'inertie de l'iodure de méthyle, il est d'ailleurs erroné. J'ajoute qu'il a passé presque inaperçu : le *Dictionnaire* de Wurtz (t. I, 2e partie, p. 1062) seul en fait mention.

([1]) Voir les *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1106.

([2]) *Comptes rendus*, t. XXV, p. 474.

([3]) *Ibid.*, t. XLVIII, p. 228.

» Voici en réalité comment les choses se passent. L'iodure de méthyle *seul* ne réagit pas sur le cyanure de potassium ni à froid ni à chaud, du moins à sa température d'ébullition. Il ne réagit pas non plus alors qu'il est dissous dans l'acétonitrile, ni à froid, ni à la température d'ébullition du mélange; mais la réaction devient aisée en présence des alcools, notamment de l'alcool méthylique et éthylique aqueux, les seuls que j'aie employés. Après quelque temps, la réaction s'établit d'elle-même, dès la température ordinaire; la masse liquide s'échauffe de plus en plus et entre bientôt en une vive ébullition. L'opération doit se faire naturellement dans un appareil à reflux et demande à être surveillée attentivement. En même temps, le cyanure de potassium qui constitue primitivement au sein du mélange liquide une masse molle, semi-transparente, d'un aspect plus ou moins gélatineux, se transforme de plus en plus en un abondant dépôt cristallin, complètement opaque et d'une parfaite blancheur, lequel occupe visiblement un volume plus considérable que celui du cyanure de potassium. L'ébullition se continue d'elle-même, sans qu'il soit nécessaire de chauffer. Il ne se dégage pas d'acide cyanhydrique, sinon en quantité insignifiante; le liquide reste parfaitement incolore, ne jaunissant pas même lorsque l'on emploie des ingrédients purs, mais son volume diminue d'une manière sensible : la raison en est dans la contraction notable que subit l'iodure de méthyle liquide par la substitution du radical -CAz à l'iode.

» La réaction s'accomplit, peut-on dire, quantitativement et le rendement est intégral ou à peu près. Sa netteté et sa facilité contrastent d'une manière remarquable avec la difficulté relative que l'on a à faire réagir d'autres iodures alcooliques, même C^2H^5I, sur le cyanure de potassium; très fréquemment aussi, la réaction des éthers haloïdes polycarbonés sur ce sel est complexe et s'accompagne de la formation de produits accessoires qui affectent profondément le rendement en nitrile.

» J'ai employé plusieurs kilogrammes d'iodure de méthyle et préparé au delà de 2^{lit} d'acétonitrile. Voici quelques détails concernant la dernière opération que j'ai faite, où j'ai mis en réaction, en *quatre* fois, 568^{gr} ou 260^{cc} d'iodure méthylique. On verra par là jusqu'où l'on peut réduire la quantité de l'alcool aqueux employé et quelle est l'influence de la dilution progressive dans l'acétonitrile sur la marche de la réaction.

» *a*. Dans un ballon de 1^{lit}, en rapport avec un réfrigérant en spirale, on introduit 1 molécule-gramme d'iodure de méthyle et de cyanure potassique, $CH^3I\,142^{gr}$ ou 65^{cc} et $KCAz\,65^{gr}$, finement pulvérisé. On ajoute 25^{gr} d'alcool CH^3OH pur et 5^{cc} d'eau, soit

25^{gr} d'alcool aqueux. Après trente minutes, le mélange est en pleine ébullition; celle-ci se continue pendant environ une heure. On distille d'abord au bain-marie, puis au bain de sable. On recueille 81^{cc} de liquide pesant 77^{gr}, donc 11^{gr} en trop : 25^{gr} alcool aqueux + 41^{gr} acétonitrile ne font que 66^{gr}; la masse saline restante pèse 154^{gr}, composée exclusivement de KI; elle devrait peser 166^{gr} : une faible quantité d'iodure de méthyle a donc échappé à la réaction.

» *b*. On ajoute au liquide distillé, replacé dans le même appareil, une nouvelle molécule-gramme de KCAz et CH^3I; après *cinq minutes*, la masse est en pleine ébullition; celle-ci étant terminée, on chauffe doucement au bain d'eau pendant trois heures environ. Le liquide distillé mesure 130^{cc} et pèse 120^{gr} au lieu de 132^{cc} (81 + 51) et 118^{gr} (77 + 41); la réaction a donc été, cette fois-ci, complète.

» *c*. Nouvelle addition de KCAz et CH^3I. Ébullition franche après *onze* minutes; après cessation de celle-ci, on chauffe au bain d'eau pendant quelques heures; la masse saline s'étant agglomérée, malgré l'agitation, la réaction a été moins complète que précédemment. Le liquide distillé mesurait 178^{cc} et pesait 166^{gr}, au lieu de 161^{gr} (120 + 41). Le résidu salin ne pesait que 160^{gr}, au lieu de 166^{gr}.

» *d*. Nouvelle et dernière addition de cyanure de potassium et d'iodure méthylique. La masse n'entre en ébullition qu'après vingt-deux minutes. Après cessation de celle-ci, on chauffe comme précédemment. Le liquide distillé pesait 222^{gr} et mesurait 235^{cc}. Il aurait dû ne peser que 207^{gr} (166 + 41) et ne mesurer que 229^{cc} (178 + 51). Le résidu salin pesait 160^{gr}; une petite quantité d'iodure de méthyle avait donc échappé à la réaction.

» Les conditions les plus favorables paraissent donc avoir été réalisées dans la seconde de ces opérations, où 30^{cc} d'alcool méthylique aqueux étaient mélangés à 116^{cc} d'iodure de méthyle et d'acétonitrile tout ensemble (65^{cc} CH^3I + 51^{cc} environ CH^3-CAz).

» Pour faire disparaître totalement l'iodure de méthyle non altéré, la masse liquide a été chauffée avec 20^{gr} de cyanure potassique.

» J'ai recueilli à la distillation 182^{gr} de liquide; j'aurais dû en obtenir 189^{gr} (quatre fois 41^{gr} CH^3-CAz et 25^{gr} alcool aqueux); ce poids de liquide mesurait 230^{cc}, au lieu de 234^{cc} (quatre fois 51^{cc} CH^3-CAz et 30^{cc} alcool aqueux).

» Si l'on fait supporter par l'acétonitrile seul les pertes résultant de ces distillations successives, ces chiffres correspondent à un rendement de 93 pour 100 en volume et 95 pour 100 en poids.

» La purification du produit brut est aisée; $CaCl^2$ fondu absorbe la plus grande partie de l'alcool et de l'eau; après quelque temps de contact, il se forme au fond de la masse liquide une couche semi-solide que surnage l'acétonitrile. Celle-ci pesait 157^{gr}. Elle a fourni à la distillation 57^{gr} passant de 73° à 78°, 47^{gr} passant de 78° à 81° et 57^{gr} passant de 81° à 82°. Finalement, après avoir employé l'anhydride phosphorique pour enlever toute trace d'alcool et d'eau, j'ai obtenu 133^{gr} d'acétonitrile passant à 81°-82°. Cela correspond à 81 pour 100 du rendement théorique.

» L'acétonitrile brut, obtenu dans ces conditions, exhale une odeur de marée quelquefois très prononcée, due évidemment à la présence d'une petite quantité de méthylamine, produit de la décomposition de la carbylamine méthylique $CH^3-Az\equiv C$. Cette odeur disparaît totalement pendant la purification du produit, notamment sous l'action de P^2O^5.

» L'acétonitrile synthétique ainsi obtenu est parfaitement identique à celui qui provient de la déshydratation de l'acétamide. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool éthylique bichloré* $Cl^2CH-CH^2(OH)$. Note de M. **Maurice de Lacre**, présentée par M. Friedel.

« A l'alcool éthylique $CH^3-CH^2(OH)$ correspondent trois dérivés chlorés de nature alcoolique :

$$ClCH^2-CH^2(OH),$$
$$Cl^2CH-CH^2(OH),$$
$$Cl^3C\ -CH^2(OH).$$

Le premier et le troisième sont connus; le second reste à faire. Ayant eu besoin de ces corps pour obtenir certains dérivés chlorés de l'éther acétique, dérivés dont j'ai repris l'étude générale à l'invitation de M. Louis Henry, j'ai dû m'efforcer d'obtenir aussi l'alcool bichloré.

» L'alcool trichloré a été préparé par M. Garzarolli-Thurnlackh [1], en faisant réagir le zinc-éthyle sur le chloral. Je pouvais espérer obtenir l'alcool bichloré dans les mêmes conditions à l'aide de l'aldéhyde bichlorée $Cl^2HC-CHO$. L'expérience a confirmé heureusement mes prévisions.

» J'ai fait réagir ces corps dans la proportion de *deux* molécules d'aldéhyde bichlorée sur *une seule* de zinc-éthyle; c'est ainsi que j'ai obtenu les résultats les plus avantageux.

» Dans un ballon plongé dans l'eau froide et rempli de gaz carbonique sec, on introduit la solution du zinc-éthyle dans de l'éther, soigneusement privé d'eau et d'alcool. On y fait arriver petit à petit la solution de l'aldéhyde dans de l'éther aussi bien pur. La réaction est extrêmement vive; il se dégage un gaz que j'ai reconnu être de l'éthylène, en même temps qu'il se dépose un produit zincique; la précipitation de celui-ci se fait plus ou moins rapidement, suivant les conditions de température et de rapidité de la réaction; elle est ordinairement terminée le lendemain. Quoi qu'il en soit, ce précipité forme au sein de l'éther une masse semi-solide, jaunâtre, qui se dessèche dans le vide en formant une masse amorphe cassante. L'éther dissout peu ce corps, néanmoins en quantité suffisante pour qu'il en soit tenu compte. Ce composé a été analysé, après l'avoir purifié autant qu'il était possible de le faire; les chiffres obtenus concordent assez bien avec ceux qui correspondent à la formule de l'alcoolate de zinc bichloré $(Cl^2CHCH^2O)^2Zn$. Ce produit, projeté dans l'eau, s'y décompose sans échauffement sensible et sans aucun dégagement de gaz, en donnant un précipité d'hydroxyde zincique; les produits carbonés formés restent dissous et l'on

(1) *Liebig's Annalen*, etc., t. CCX, p. 63.

peut les extraire à l'aide de l'éther. Dans les opérations ordinaires, j'ai traité directement par l'eau le mélange du produit zincique et de l'éther.

» La distillation de l'éther laisse un résidu que je ne suis pas parvenu à faire cristalliser. C'est un liquide jaunâtre, fort épais, d'une agréable odeur, différente de celle de l'aldéhyde bichlorée. Dans une opération où j'avais employé 220gr d'aldéhyde, j'ai obtenu 190gr de ce produit.

» La distillation de ce produit brut démontre que c'est un corps complexe. Je l'ai d'abord distillé au bain d'huile sous la pression de 20mm; le liquide commence à passer dès 60°; à 110° toute la surface du liquide bouillonne, signe certain d'un dégagement gazeux; à 130°, la masse est tout à fait noire et se boursoufle beaucoup; le produit qui distille est cependant tout à fait incolore; le thermomètre s'élève à la fin jusqu'à 150°-155°; il reste dans le ballon une petite quantité de matière charbonneuse. Ce produit distillé a été soumis à la distillation fractionnée sous la pression ordinaire; laissant de côté les détails, je dirai qu'il s'est séparé assez nettement en trois portions :

» *a.* Une portion qui bout très bien à 98° et qui cristallise par le refroidissement : c'est de l'hydrate d'aldéhyde bichlorée;

» *b.* Une portion bouillant de 140° à 150° : c'est de l'alcool bichloré à peu près pur;

» *c.* Un corps cristallin, volatil à une température peu élevée, sur la nature duquel je ne suis pas encore tout à fait édifié.

» Dans une opération où j'avais employé 91gr de zinc-éthyle et 175gr d'aldéhyde bichlorée, j'ai recueilli : 40gr d'hydrate d'aldéhyde bichlorée, 55gr d'alcool bichloré, 27gr de produit cristallisé brut.

» On voit par là que la réaction de l'aldéhyde bichlorée sur le zinc-éthyle n'a pas la simplicité et la netteté de celle du chloral. Je me propose d'y revenir par la suite et de faire connaître quels en sont les produits accessoires. Constatons en passant la différence d'action du zinc-éthyle sur l'aldéhyde et sur ses dérivés bi- et trichlorés : sur ceux-ci, il exerce au fond une simple action réductrice, tandis qu'il s'ajoute à l'aldéhyde elle-même en produisant le méthyléthylcarbinol $CH^3-CH^2-CH(OH)-CH^3$ (1).

» L'alcool bichloré $Cl^2CH-CH^2(OH)$ constitue un liquide incolore, épais et visqueux, d'une odeur caractéristique, d'une saveur aromatique et piquante. Il ne se congèle pas dans un mélange réfrigérant de sulfate sodique et d'acide chlorhydrique. Sa densité à 15° est égale à 1,145. Il bout sans décomposition à 146°, sous la pression de 764mm, toute la colonne mercurielle dans la vapeur. Sa densité de vapeur, déterminée par la méthode de Hofmann, a été trouvée de 3,93; la densité théorique est 3,97.

» L'alcool bichloré est peu soluble dans l'eau, mais il se dissout bien dans l'alcool et l'éther; il réduit l'azotate d'argent ammoniacal; il ne dissout pas le chlorure de calcium, qui y reste inattaqué.

---

(1) GEORGES WAGNER, *Liebig's Annalen*, etc., t. CLXXXI, p. 261, année 1876.

» L'acide nitrique fumant l'attaque assez difficilement : à froid, l'action est peu sensible, il faut chauffer. Il résulte de cette oxydation de l'acide bichloracétique $Cl^2CH-CO(OH)$ (ébull. 191°).

» J'ai transformé l'alcool bichloré en quelques-uns de ses éthers :

» 1° Son éther *chlorhydrique* Cl^2CH-CH^2Cl. C'est le produit de l'action du pentachlorure de phosphore liquide bouillant à 114°-115°, identique au *chlorure d'éthylène monochloré*.

» 2° Son éther *bromhydrique* Cl^2CH-CH^2Br. C'est le produit de l'action du tribromure de phosphore. Liquide bouillant à 138°. C'est le même produit que M. Louis Henry a obtenu en faisant agir $SbCl^5$ sur le bromure d'éthylène monobromé $CH^2Br-CHBr^2$ ou monochloré $CH^2Br-CHBrCl$ (1).

» 3° *Éther nitrique* $Cl^2CH-CH^2(AzO^3)$. — Il résulte de l'action de l'acide nitrosulfurique sur l'alcool bichloré lui-même. C'est un liquide incolore, d'une odeur éthérée pénétrante, d'une saveur aromatique et sucrée. Insoluble dans l'eau. Il bout à 155°-156°, sous la pression de 767^{mm}, toute la colonne mercurielle dans la vapeur. Densité de vapeur trouvée : 5,56; calculée : 5,53.

» *Éther acétique* $Cl^2CH-CH^2(C^2H^3O^2)$. — Il résulte de l'action du chlorure d'acétyle en excès sur l'alcool.

» C'est un liquide incolore, d'une odeur forte et agréable, différente de celle de son isomère $(C^2H^5O)CO=CHCl^2$; sa saveur est très piquante.

» Il bout sous la pression de 766^{mm} à 166°-168°, toute la colonne mercurielle dans la vapeur. Son isomère, le bichloro-acétate d'éthyle

$$(CH^3-CH^2O)-CO-CHCl^2,$$

bout à 156°.

» Densité de vapeur : trouvée, 5,74; calculée : 5,42. Densité à l'état liquide à 15° égale à 1,104.

» D'autres dérivés acétiques de cet alcool seront décrits dans le travail d'ensemble que je prépare sur les dérivés chlorés de l'éther acétique (2). »

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 1491.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Louis Henry, à Louvain, auquel j'exprime tous mes remerciements.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la présence de l'alcool butylique normal dans une eau-de-vie de Cognac; comparaison des alcools supérieurs de cette eau-de-vie avec ceux produits dans la fermentation du sucre par la levure elliptique.* Note de MM. **Édouard Claudon** et **Ed.-Charles Morin**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, nous avons donné les résultats de l'analyse des produits de la fermentation du sucre par la levure elliptique, et nous avons insisté sur la présence de l'alcool isobutylique et surtout sur l'absence complète d'alcool butylique normal et d'acide butyrique.

» Dans une analyse d'eau-de-vie de Cognac, publiée il y a quelque temps déjà, M. Ordonneau a signalé, au contraire, la présence de ces deux derniers corps et l'absence d'alcool isobutylique.

» M. Ordonneau ayant mis fort obligeamment à notre disposition 250^{gr} des huiles qu'il avait obtenues par la distillation de son eau-de-vie, nous les avons soumises au fractionnement, après séchage au carbonate de potassium et distillation sur la baryte anhydre, en les séparant chaque fois degré par degré. Après six tours de fractionnement, nous avons trouvé la composition suivante :

		Composition pour 100 des alcools supérieurs	
	Composition des huiles brutes.	d'après notre analyse.	d'après M. Ordonneau.
Eau	18,5	»	»
Alcool éthylique	10,5	»	»
Alcool propylique	8,3	11,9	11,7
Alcool isobutylique	3,2	4,5	0,0
Alcool butylique normal	34,5	49,3	63,8
Alcool amylique	24,1	34,4	24,5
Essences, alcools supérieurs, etc.	0,9	»	»
	100,0	100,0	100,0

» La densité de vapeur de l'alcool butylique normal ainsi séparé a été trouvée de 2,53; le chiffre théorique est de 2,56.

» La transformation de 20^{gr} de cet alcool en iodure nous a fourni un produit bouillant entièrement de $129^{\circ},4$ à $129^{\circ},6$, sous la pression de

759^{mm},1, chiffre coïncidant avec les points d'ébullition indiqués pour l'iodure de l'alcool butylique normal.

» Nous pouvons donc confirmer de la façon la plus certaine, dans l'échantillon que nous avons analysé, la présence de l'alcool butylique normal affirmée par M. Ordonneau.

» Nos travaux précédents nous ayant montré que l'alcool butylique normal ne se rencontre pas parmi les produits de la fermentation du sucre par la levure elliptique, nous avons été conduits à rechercher d'où pouvait provenir sa présence dans cet échantillon.

» L'eau-de-vie examinée, telle que l'a eue entre les mains M. Ordonneau, datait de vingt-cinq ans environ. Elle possédait une odeur butyrique désagréable qui la rendait invendable; elle contenait par hectolitre d'alcool absolu 117^{gr},4 d'acide butyrique; le propriétaire attribuait la mauvaise qualité de son eau-de-vie à ce que, par malveillance, elle avait été versée dans un fût ayant contenu du râpé (produit de la fermentation du marc additionné d'eau sucrée).

» Il nous semble que cette manœuvre n'aurait pu introduire qu'une quantité insignifiante d'acide butyrique, tandis que l'on se trouve en présence d'un chiffre relativement considérable.

» Conduits à rechercher si la présence connexe, dans cette eau-de-vie, de l'alcool butylique normal et de l'acide butyrique ne proviendrait pas plutôt d'une fermentation secondaire du vin avant sa distillation, nous avons institué dans ce but une série d'expériences qui nous ont permis de constater qu'une bactérie très répandue, le *Bacillus butylicus*, qui transforme la glycérine, le sucre, etc., principalement en alcool butylique normal et en acide butyrique, fait encore fermenter énergiquement ces matières en présence de 8 et même 10 pour 100 d'alcool éthylique.

» Nous croyons donc pouvoir attribuer dans cet échantillon la présence de l'alcool butylique normal et de l'acide butyrique au développement d'un bacille dans le vin qui avait servi à la fabrication de l'eau-de-vie.

» La proportion de glycérine qui se trouve dans les vins est, du reste, plus que suffisante pour produire les quantités trouvées. Il serait intéressant de pouvoir se procurer des vins piqués, possédant l'odeur butyrique, et d'y rechercher les bacilles.

» En comparant la proportion des alcools supérieurs trouvés dans l'eau-de-vie de Cognac, en ne tenant pas compte de l'alcool butylique normal, avec les produits similaires que nous avons obtenus dans la fer-

mentation du sucre par la levure elliptique, on trouve par hectolitre d'alcool à 100° :

	Eau-de-vie de Cognac.	Fermentation du sucre par la levure elliptique.
Alcool propylique	48,1	3,1
Alcool isobutylique	18,5	2,4
Alcool amylique	139,5	80,0
	206,1	85,5

» De la comparaison de ces chiffres, il ressort que la fermentation du sucre sous l'influence de la levure elliptique seule fournit une quantité d'alcools supérieurs beaucoup moins considérable que celle qui est contenue dans le vin.

» La pratique du sucrage est donc loin d'augmenter dans le produit final la quantité des alcools supérieurs, et sous ce point de vue, du moins, ne paraît pas devoir être nocive. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Copépode* (Cancerilla tubulata *Dalyell*), *parasite de l'*Amphiura squamata *Delle Chiaje*. Note de M. **A. Giard**.

« J'ai signalé, en 1879, la présence sur les côtes de France d'un curieux Copépode parasite de la petite Ophiure *Amphiura squamata* (¹). Ce parasite avait été vu et grossièrement figuré par Dalyell sous le nom de *Cancerilla tubulata* (*The powers of the creator*, t. I, p. 223, *Pl. LXII*, *fig.* 1-5, 1851). Dalyell n'avait observé qu'un exemplaire unique, une femelle chargée d'œufs prêts à éclore, recueillie en une localité indéterminée de la côte anglaise. A Wimereux, où je l'ai rencontré d'abord, ce parasite est excessivement rare. Il est plus abondant à Concarneau, où peut-être il a été vu par P.-J. van Beneden (²). Mais c'est à Fécamp que l'on peut étudier le plus commodément le *Cancerilla tubulata*. L'*Amphiura squamata* y est très commune dans les petites flaques à Corallines où je cherchais le *Fecampia*,

(¹) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de Robin, t. XV, sept.-oct. 1879, p. 452, note 1.

(²) « Nous avons trouvé une fort jolie espèce de Lernéen, en Bretagne, sur une Ophiure. » (P.-J. van Beneden, *Commensaux et parasites*, p. 138; 1875.)

et une Ophiure sur dix environ est infestée par le Copépode; en revanche, les Orthonectides m'ont paru très rares dans cette localité.

» La femelle de *Cancerilla* est généralement fixée à la face orale du disque de l'Ophiure, à la base d'un rayon, la tête tournée vers la bouche de son hôte. Le corps du parasite et les deux sacs ovigères qu'il porte communément forment trois masses de même valeur, disposées en triangle et facilement visibles à l'œil nu.

» Le céphalothorax est élargi transversalement et rappelle par sa forme la carapace des Cancériens, d'où le nom de *Cancerilla*. Il présente un rebord latéral membraneux garni de poils raides. Les antennes de la première paire sont courtes, formées de sept articles dont les deux premiers, les plus grands, sont intimement soudés. Elles portent des poils nombreux, surtout du côté externe. Les antennes de la seconde paire sont assez longues et transformées en organes préhensiles terminés par un fort crochet. Les mandibules sont réduites à un appendice styloïde muni d'une touffe de poils très fins à son extrémité. Les maxilles ont une base large supportant trois fortes pointes divergentes, striées transversalement dans leur partie terminale. Les deux paires de pattes-mâchoires sont robustes et organisées pour la préhension. La première paire de pattes thoraciques est biramée : la rame externe, large, pourvue sur son bord supérieur de six poils épineux, renferme en son centre une grosse glande bilobée : la rame interne, très étroite, se termine par deux poils raides. Les deuxième, troisième, quatrième et cinquième paires de pattes thoraciques sont rudimentaires et vont en décroissant; l'anneau génital est assez large; les trois anneaux abdominaux qui le suivent sont au contraire très étroits; la *furca* porte sur chacune de ses branches un poil long et quatre plus petits.

» Le mâle, beaucoup plus rare que la femelle, est d'une taille plus petite et d'une forme plus étroite, rappelant celle des Cyclopes. Les caractères différentiels du sexe existent surtout dans la forme des première et deuxième pattes thoraciques. Le rameau interne de la première patte biramée est plus large que chez la femelle et garni de sept poils sur son bord libre. La seconde paire est puissamment développée et se termine par deux longues rames dont l'externe est ciliée de onze soies (une terminale et cinq sur chaque bord), tandis que l'interne porte huit soies sur son bord interne seulement, le bord externe étant nu. Les autres pattes thoraciques sont rudimentaires comme chez la femelle; l'anneau génital porte un sixième pied avorté semblable aux précédents, ce qui tendrait à

justifier l'opinion de Della Valle, qui considère cet anneau comme thoracique, tandis que Claus en fait le premier segment abdominal.

» La ponte a lieu pendant toute la belle saison, depuis le commencement de mai jusqu'à fin septembre; les individus jeunes se fixent à l'extrémité des bras de l'Ophiure et se rapprochent du disque à mesure qu'ils grandissent. On trouve parfois deux ou trois femelles chargées d'œufs sur une même *Amphiura*. Après l'éclosion, les sacs ovigères vides restent encore un certain temps adhérents à l'abdomen de la femelle.

» Les œufs sont d'une belle couleur vert cendré. La segmentation est totale et inégale : il y a épibolie et formation du mésoderme par deux cellules mésodermiques primitives qui naissent de l'endoderme au point de contact de celui-ci avec les premiers blastomères exodermiques. L'embryon nauplien encore dans l'œuf laisse apercevoir par transparence les rudiments de quatre paires de membres outre les appendices caractéristiques du *nauplius*.

» Ceux-ci se composent d'une première paire uniramée dont l'article basilaire porte deux poils simples et l'article terminal deux poils barbelés et de deux paires biramées. Le rameau supérieur de ces appendices est muni d'un poil simple et de deux poils barbelés; le rameau inférieur porte dans la première cinq et dans la seconde quatre poils barbelés. Au-dessous de chaque appendice, on distingue sur le bord de la carapace et de chaque côté une masse glandulaire. L'extrémité anale est mousse et pourvue de deux poils divergents.

» A Concarneau et surtout à Fécamp, le *Cancerilla* est fréquemment recouvert par un beau Rhizopode parasite qui se fixe un peu sur tous les points de la carapace, mais principalement sur le bord antérieur. Ce Rhizopode, que j'appellerai *Podarcella Cancerillæ* nov. gen. et sp., est un Arcellien pédonculé. Le pédoncule adhère au céphalothorax du Copépode par une petite expansion discoïdale. Il est long une fois et demie comme la cupule infundibuliforme qui le termine et constitué comme elle par une substance d'apparence chitineuse. Dans cette cupule, à parois élastiques semi-transparentes et à bords irrégulièrement déchiquetés, se meut lentement le corps amœboïde du Rhizopode. J'ai compté plus de vingt *Podarcella* sur le céphalothorax de certains *Cancerilla*, qui ne paraissaient nullement incommodés par la présence de ce commensal.

» Par la plupart de ses caractères, le *Cancerilla tubulata* se rapproche de l'*Ascomyzon echinicola* Norman, parasite de l'*Echinus esculentus*, et de l'*Asterocheres Lilljeborgii* Axel Boeck, parasite de l'*Echinaster sanguinolen-*

tus. La structure de son armature buccale, intermédiaire entre celle des Pœcilostomes et celle des Siphonostomes, montre combien ces deux groupes sont artificiels. D'ailleurs les familles des *Lichomolgidæ* Kossmann (*Sapphirinidæ* Brady), des *Ascomyzontidæ* Axel Boeck (*Artotrogidæ* Brady), des *Bomolochidæ* Claus et des *Ergasilidæ* Claus doivent être réunies dans un groupe unique, pour lequel on pourra garder le nom de *Coryceidæ*, ainsi que l'a déjà proposé Della Valle pour les *Lichomolgidæ*. Mais ce zoologiste nous paraît avoir été trop loin en réunissant dans le seul genre *Lichomolgus* des formes de Copépodes, parasites des Cœlentérés, des Gymnotoques et des Tuniciers, pour lesquelles il conviendra de conserver, comme pour les types parasites des Échinodermes, des coupes génériques distinctes. Dans ce groupe comme dans beaucoup d'autres, l'étude phylogénique des parasites trouvera de précieuses indications dans la généalogie des animaux infestés. »

ANATOMIE. — *Recherches sur les fibres musculaires de l'*Echinorhynchus gigas *et de l'*E. heruca. Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Malgré les recherches dont les fibres musculaires de l'*E. gigas* ont été l'objet, les auteurs ne s'accordent pas sur la signification et les relations des bandes longitudinales latérales qui font saillie à la face interne de la paroi du corps. Schneider supposait que ces bandes étaient formées par un grand nombre d'expansions venant des muscles circulaires qui traversaient les muscles longitudinaux pour s'étaler dans la cavité du corps, et qui par leur réunion constituaient un canal tortueux, divisé en chambres par des cloisons et renfermant de nombreux noyaux : la cavité interne des fibres musculaires s'ouvrirait ainsi dans ces chambres. Leuckart au contraire, tout en reconnaissant que ces bandes sont en relations étroites avec ces muscles, affirme qu'il est impossible de constater ces communications, admises par Schneider, entre les bandes latérales et les muscles transversaux. Mes observations m'ont permis de confirmer et de compléter les recherches de Schneider. Les coupes longitudinales montrent en effet les dispositions suivantes : les muscles circulaires forment des îlots arrondis avec une cavité centrale occupée par du liquide coagulé, dans lesquels la substance contractile est disposée en feuillets entre lesquels on trouve des restes de protoplasma. A un certain niveau, chaque fibre s'entr'ouvre, et ses parois

fortement amincies se projettent vers l'intérieur sous forme d'un sac élargi dont la cavité prolonge directement la cavité centrale de la fibre. Nous pouvons considérer les bandes latérales comme la réunion d'expansions musculaires analogues à celles que l'on connaît chez certains Nématodes, et qui communiquent entre elles ainsi qu'avec les cavités des fibres circulaires. L'étude des coupes tangentielles et même de coupes transversales successives vient d'ailleurs confirmer cette interprétation.

» Quant aux formations désignées par Cloquet sous le nom de *troncs sous-cutanés dorsal* et *ventral*, qui, d'après Schneider, communiquent également avec les cavités des muscles circulaires, Leuckart nie plus formellement encore que pour les bandes latérales l'existence de semblables relations. Or l'étude des coupes longitudinales nous montre que ces troncs sont encore formés par des expansions développées par les fibres circulaires. Par une erreur qu'on s'explique difficilement, Leuckart, qui désigne ces troncs sous le nom de *tubes médians intermusculaires*, les place, dans toutes ses figures, *en dehors* de la couche musculaire circulaire, tandis qu'en réalité ils se trouvent situés *en dedans* de cette couche.

» Les bandes latérales et les bandes dorsale et ventrale ont donc la même origine et la même signification, puisqu'elles résultent de la formation de larges expansions partant de la face interne des fibres musculaires transversales. Elles ne diffèrent les unes des autres que par les dimensions et par la présence de cloisons qui n'existent que dans les bandes latérales. Les troncs médians forment une saillie beaucoup moins accusée que les bandes latérales, saillie qui m'a paru relativement plus marquée chez le mâle que chez la femelle.

» Ces formations ne se rencontrent chez aucun autre Échinorhynque. Schneider estime cependant que des appendices particuliers des fibres circulaires de l'*E. strumosus* sont une indication des bandes latérales. Mais l'*E. heruca* présente à cet égard des dispositions fort intéressantes. Le système musculaire dans cette espèce rappelle ce que l'on connaît chez les *E. angustatus* et *proteus*, mais avec quelques différences importantes. La substance contractile ne s'étant développée que dans une portion très restreinte du protoplasma des cellules musculaires, celles-ci conservent leurs caractères et forment des éléments de très grande taille dans lesquels le protoplasma présente un réticulum fort remarquable. Le système des fibres transversales étudié sur les coupes longitudinales comprend une série de cellules disposées côte à côte, dont la région externe seule renferme des paquets de fibrilles formant une masse compacte. Les fibres

longitudinales, au contraire, vues en coupe transversale, se présentent sous forme d'anneaux situés près du bord ou au milieu des cellules musculaires. En deux points diamétralement opposés de la paroi du corps, et correspondant aux bandes latérales de l'*E. gigas*, les cellules prennent un développement considérable et proéminent fortement dans la cavité du corps. Il en résulte la formation de deux bandes élargies qui commencent vers l'insertion des lemnisques et se continuent jusqu'à l'extrémité du corps. Ces bandes ne sont pas homologues aux bandes latérales de l'*E. gigas*, puisque celles-ci appartiennent aux muscles circulaires et proviennent d'expansions de fibres creuses, tandis que chez l'*E. heruca* elles sont formées par l'élargissement des cellules dans lesquelles se développent les fibres longitudinales.

» Les autres fibres musculaires de l'*E. heruca* qui n'appartiennent pas aux téguments offrent la même forme en tubes que les fibres longitudinales, mais elles ont toujours de grandes dimensions et sont remarquables par la netteté du réticulum protoplasmique qu'on trouve dans leur intérieur.

» Nous observons donc chez l'*E. heruca* un développement considérable des cellules musculaires qui se réduisent déjà beaucoup chez d'autres espèces (*E. angustatus*, *proteus*, etc.). Chez l'*E. gigas*, l'élément protoplasmique est à peine indiqué; cela tient non seulement à l'envahissement de la substance contractile, mais aussi à la canalisation spéciale qui s'établit dans ces muscles.

» Les noyaux des cellules musculaires sont, comme on sait, fort nombreux chez la plupart des Échinorhynques; l'*E. gigas*, au contraire, n'en possède qu'une vingtaine. Aussi Schneider et Leuckart admettaient-ils que chaque cellule musculaire avait donné naissance à un très grand nombre de fibres musculaires. Mais on peut se demander si chaque fibre ne correspond pas à une cellule, comme cela arrive ailleurs, les noyaux ayant pu disparaître tout aussi bien que le protoplasma par suite de la canalisation des fibres. Et après avoir reconnu que les bandes latérales sont formées par des expansions sacciformes des fibres circulaires, il me paraît assez naturel de supposer que les noyaux fort nombreux de ces bandes sont des noyaux musculaires qui se sont conservés dans ces formations, tandis qu'ils ont disparu dans les autres régions du corps. C'est là une question que je me propose de discuter plus tard. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Quelques cas de morphinomanie chez les animaux*. Note de M. **Ludovic Jammes** (Extrait).

« Dans les pays où l'opium est en usage, il n'est pas rare de voir, chez les fumeurs, des animaux devenus morphinomanes par suite de leur séjour habituel dans les vapeurs de l'opium.

» Tantôt c'est un chat qui a l'habitude de venir se placer sur le lit de camp pendant que son maître fume l'opium; tantôt c'est un singe ou un chien, sur lesquels, souvent, on a voulu tenter une expérience.

» Ces animaux sont ordinairement tristes et portés à la mélancolie; leur physionomie dénote quelque chose d'anomal comme chez le sujet morphinomane, et ils dorment beaucoup plus que les autres animaux de leur espèce. Ils paraissent éprouver les mêmes effets que l'homme, et c'est surtout chez le singe que ces effets sont faciles à constater, peut-être à cause de sa conformation.

» J'ai été témoin, en Cochinchine et au Cambodge, de plusieurs faits de ce genre, et, dans ces temps de morphinomanie, il m'a paru intéressant, au point de vue physiologique, d'en donner connaissance.

» 1° M. Legrand, propriétaire à Dat-Ho (près de Saïgon, Cochinchine), depuis longtemps adonné à l'opium, possède un gros chat qui a pour habitude de venir se placer sur le lit de camp, à côté de la fumerie de son maître. Il vient tous les soirs respirer la fumée de la pipe et se met bientôt à ronronner de bonheur. Dès qu'il a respiré la vapeur de huit à dix pipes, il entre dans un état de torpeur voisin du sommeil, semblable à cet état de somnolence qui s'empare du fumeur d'opium dès qu'il a consommé sa dose habituelle. Le chat se réveille environ quinze à vingt minutes après et donne des signes visibles d'une excitation particulière.

» Il caresse son maître et les personnes qu'il voit auprès de lui; il joue avec les appareils de la fumerie et gambade sur le lit de camp comme rajeuni et rempli d'une joie indicible....

» 2° Les deux singes de M. M..., employé des contributions indirectes au Cambodge, sont bien plus remarquables encore. Tous les soirs, lorsque M. M... s'installe sur son lit de camp, on a l'habitude de lui amener ses deux singes pour le distraire et jouer avec lui, car ils sont très bien apprivoisés et d'une douceur extrême. Dès le début, le fumeur leur soufflait la fumée de la pipe au visage, et cela ne paraissait pas le moins du monde les incommoder.

» L'un des singes s'habitua bientôt à manger le résidu d'opium renfermé dans une boîte spéciale qu'il cherchait parmi les appareils de la fumerie.

» L'autre singe ne mange pas de résidu d'opium, mais il se plaît délicieusement dans la fumée de l'opium dans laquelle le plonge son maître, et une particularité qui m'a bien étonné, c'est que, dès que M. M... dépose sa pipe, le macaque se baisse et applique ses narines sur le bouquin en os d'où sort encore un peu de fumée. Ces deux animaux sont devenus tellement morphinomanes que, lorsqu'on oublie de les amener sur le lit de camp, le soir, à l'heure de la pipe, ils jettent des cris assourdissants et cherchent à rompre leurs chaînes.

» M. M... m'a affirmé que lorsqu'il est obligé de partir en voyage, ce qui lui arrive assez souvent, si le voyage a duré quelques jours, M. M... retrouve l'un de ses singes exténué, triste et refusant toute nourriture; il ne reprend sa vivacité habituelle que lorsqu'il a respiré la fumée de quelques pipes d'opium.

» 3° Un riche négociant chinois m'a raconté qu'il possédait autrefois, en Chine, un gros singe qu'il avait rapporté de Java et qui était devenu morphinomane de la même manière et dans les mêmes conditions citées plus haut. Dès qu'on l'empêchait de venir près de son maître, à l'heure de la pipe, il jetait des cris perçants et cherchait à rompre sa chaîne.

» 4° Un autre négociant chinois avait à Canton un petit chien à longs poils, de race européenne, qu'il prenait habituellement près de lui dans sa fumerie d'opium. Ce chien s'habitua peu à peu à la fumée que son maître se plaisait à lui lancer au museau. Bientôt il vint seul tous les soirs retrouver son maître, sautait sur le lit de camp et respirait béatement la vapeur aromatisée.

» ... Les indigènes prétendent que l'opium produit des effets merveilleux, même sur les animaux les plus rebelles à la domesticité. J'ai entendu parler d'une panthère toute jeune, qu'un mandarin cambodgien aurait apprivoisée et rendue d'une douceur extrême par le moyen de l'opium. »

M. Henri Lasne adresse une Note intitulée : « Observation d'un mouvement ascendant de l'air dans l'axe d'un mouvement giratoire atmosphérique ».

M. Ch. Tellier adresse la description et le dessin d'un appareil qui

permet de chauffer à une température élevée, en la conservant aérée, l'eau destinée à l'alimentation et de la filtrer au moment de son emploi.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 avril 1887.

Des diverses manières de poser les équations du mouvement varié des eaux courantes; par M. de Saint-Venant (Extrait); br. in-8°. (Présenté par M. Boussinesq.)

Théorie des vagues, suivie d'un essai sur la théorie des profils des digues. Mémoire du chevalier Franz von Gerstner, traduit et annoté par M. de Saint-Venant; br. in-8°. (Présenté par M. Boussinesq.)

Les transformations de l'armée française. Essais d'histoire et de critique sur l'état militaire de la France; par le général Thoumas. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1887; gr. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Bulletin de l'Institut international de Statistique; T. I, 3e et 4e livraisons, année 1886. Rome, Botta, 1887; in-4°. (Présenté par M. Bertrand.)

Contribution à l'étude du mécanisme de la mort par les courants électriques intenses; par le Dr E. Grange. Paris, G. Masson, 1884; br. in-8°.

Traité pratique des maladies du foie, par J. Cyr. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Guide des mères et des nourrices; par le Dr E. Périer. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; in-12. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de la Belgique; 56e année, 3e série, T. XIII, n° 3. Bruxelles, F. Hayez, 1887; br. in-8°.

Journal of the royal microscopical Society; december 1886, april 1887. London; 2 vol. in-8°.

Videnskabelige Meddelelser fra de naturhistorishe Forening i Kjobenhavn for Aarene 1884-86. Kjobenhavn, 1884-87; in-8°.

Catalogue of the remains of siwalik vertebrata of the indian Museum; Part I:

Mammalia; Part II : *Aves, Reptilia and Pisces; by* RICHARD LYDEKKER. Calcutta, 1885-1886; 2 br. in-8°.

Catalogue of the remains of pleistocene and pre-historic Vertebrata of the indian Museum; by RICHARD LYDEKKER. Calcutta, 1886; br. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India. Palæontologica indica; ser. XII and XIII. Calcutta, 1886; 2 in-f°.

Report of the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. CHALLENGER (1873-76) : *Zoology;* vol. XV and XVI. London, 1886; 2 gr. in-f°.

Official copy. The quarterly weather Report of the meteorological Office for november 1886. Part III. July-september 1878. London, 1887; 2 br. gr. in-4°.

FLORA BATAVIA. *Figures et descriptions de plantes néerlandaises, commencées par feu* JAN KOPS, *continuées par* F.-W. VAN EEDEN. Leyde, de Breux et Smits; 11 livraisons gr. in-4°, nos 265 à 276.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MAI 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

M. Janssen, Vice-Président, annonce en ces termes la mort de M. *Gosselin*, Président de l'Académie, Membre de la Section de Médecine et Chirurgie :

« Messieurs,

» Vous connaissez déjà la triste nouvelle que j'ai le devoir de vous annoncer : l'Académie a perdu son Président.

» Le chirurgien éminent, l'auteur de si excellents ouvrages d'enseignement, le professeur émérite qui a formé tant d'élèves et que la génération chirurgicale actuelle presque tout entière se plaisait à reconnaître comme son maître, presque comme son père, celui dont vous avez voulu couronner la belle et longue carrière par l'honneur de vous présider, a succombé samedi dernier, ayant pu à peine s'asseoir dans ce fauteuil dont il était si fier, si heureux et si reconnaissant envers vous, Messieurs.

» M. Gosselin était né à Paris le 16 juin 1815, le jour même où la fortune accordait à Napoléon ses dernières faveurs dans les plaines de Ligny et de Fleurus, l'avant-veille de Waterloo. C'est également à Paris que le jeune chirurgien fit ses études médicales. Il eut pour maître Velpeau, et, pour ami intime, notre éminent Confrère, M. Richet, qui le suivit pas à pas dans la carrière et auquel il voua une amitié qui ne connut jamais l'ombre d'un nuage.

» La vive intelligence de M. Gosselin, son application si soutenue, sur-

tout cette passion si particulière pour la Médecine, qui le prit dès ses débuts et ne l'abandonna jamais, devaient le faire avancer rapidement. Aussi le voyons-nous à trente ans déjà chirurgien des Hôpitaux et bientôt après chef des travaux anatomiques de l'École. A quarante-trois ans il était titulaire de la chaire de Pathologie chirurgicale à la Faculté et deux ans après il entrait à l'Académie de Médecine. C'était une haute situation, mais le jeune chirurgien, amoureux de son art et possédé du besoin de le répandre et de l'enseigner, loin de chercher à jouir de cette belle position, si légitimement acquise, ne s'en servit que pour augmenter encore son action sur la jeunesse médicale de son époque. Il redouble de travail et d'ardeur. Livres d'enseignement, Mémoires, Leçons cliniques, tout est mis en œuvre pour répandre la connaissance de l'art qui le passionne. Les qualités de cœur du professeur conspiraient encore pour étendre sa sympathique influence. Je viens de parler de leçons cliniques; qui ne se rappelle, en effet, cet admirable enseignement de la Charité qui dura vingt ans, toujours soutenu avec la même ardeur, le même succès, gagnant seulement en autorité, et empruntant à l'esprit de méthode et à la sûreté du diagnostic du professeur un prix unique. Aussi, Messieurs, l'action de M. Gosselin sur la jeunesse chirurgicale de son époque fut-elle surprenante.

» Presque tous les chirurgiens les plus renommés de l'époque actuelle ont été ses élèves. Il faut en dire autant des agrégés et des professeurs. On me disait hier encore qu'il n'y avait peut-être pas en France un chirurgien ayant fait ses études à Paris qui n'ait passé par ses mains. Et tous ses élèves le chérissaient, tous avaient un respect profond pour le caractère de leur maître. C'est, Messieurs, que, tout en se sentant aimés, ses élèves trouvaient en lui une belle âme et de nobles exemples sous tous les rapports. Tout d'abord, exemple d'exactitude scrupuleuse dans l'accomplissement des fonctions. En effet, malgré tant de devoirs divers, à l'Académie, à la Faculté, à la Charité, aux Sociétés savantes ou de bienfaisance qui le réclamaient de toutes parts, M. Gosselin ne commit jamais une négligence, n'eut jamais une inexactitude. Il n'admettait pas qu'on se fît suppléer. A la Charité, quand il jugea que ses forces ne lui permettaient plus de remplir utilement ses fonctions, il se fit donner un successeur. Mais cet exemple de conscience et de virilité n'était pas, comme je viens de le dire, le seul qu'il offrît à ses élèves et au monde médical. Il leur donna aussi celui du désintéressement. Blâmant cette tendance actuelle à l'exagération des honoraires, qui n'est pas dans l'intérêt supérieur de l'art, qui a besoin, pour atteindre complètement son but, non seulement de science et de talent, mais encore de sympathie et de respect, il donnait lui-même l'exemple.

Très modéré avec ses clients fortunés, il accordait ses soins avec une bonté, une facilité admirables aux malheureux.

» Il est encore un trait qu'il faut ajouter pour peindre ce beau caractère : je veux parler de cet amour de la vérité qui élevait l'âme de M. Gosselin au-dessus des habitudes d'esprit et, disons le mot, au-dessus des préjugés dont aucune profession ne peut complètement s'affranchir. Dès qu'il croyait reconnaître un progrès véritable, une vérité utile, il leur était acquis. C'est ainsi qu'il accueillit avec empressement les nouvelles méthodes de pansement par les antiseptiques, de M. Lister. C'est ainsi surtout que lui, chirurgien, il sut reconnaître et admirer en M. Pasteur les découvertes d'un homme qui n'appartenait pas au corps médical, et lui donner l'appui le plus effectif pour la fondation de son Institut.

» Voilà, Messieurs, quelques traits de cette belle physionomie morale. Ils sont bien insuffisants. Mais M. Gosselin, modeste jusqu'à la fin, n'a pas permis qu'on fît son éloge. Et cependant, qui, plus que lui, l'avait mieux mérité? N'oublions pas qu'une vie si pleine et si utile est un exemple qu'il est bon de montrer. J'espère que les hommes autorisés en trouveront l'occasion. Déjà notre savant Secrétaire perpétuel va bientôt nous prêter l'autorité de sa parole. Pour moi, je suis heureux que mes fonctions me donnent le devoir de rendre, au nom de l'Académie, cet hommage, si incomplet, à la mémoire de notre regretté Président. Qu'il me soit permis, en terminant, après avoir assuré la famille de M. Gosselin de la part que nous prenons au grand malheur qui la frappe, d'offrir cette belle carrière en exemple à cette savante jeunesse qu'il aimait. C'est une dernière et suprême leçon d'un maître qui lui en a tant donné durant sa vie et avec tant d'ardeur et d'affection. »

M. Vulpian s'exprime comme il suit ;

« La perte que vient d'éprouver l'Académie, par suite du décès de M. Gosselin, est considérable. En 1874, époque de la mort de Nélaton, l'Académie n'hésita pas dans le choix qu'elle avait à faire pour le remplacer : elle nomma M. Gosselin. Praticien émérite, auteur de différents travaux qui étaient devenus promptement classiques, M. Gosselin était alors le représentant le plus éminent de la Chirurgie française. Plusieurs de ses publications le désignaient plus particulièrement à vos suffrages, parce qu'elles contenaient de véritables découvertes et qu'elles montraient que ce chirurgien était aussi un chercheur, un expérimentateur d'une sagacité et d'une habileté peu communes. Esprit ouvert à tous les progrès, il commençait par contrôler avec le jugement le plus droit toutes les idées

nouvelles applicables à la Chirurgie et, dès qu'il avait reconnu leur réelle utilité, il en devenait un des plus zélés propagateurs. Il a fait preuve, dans l'exercice et l'enseignement de la Chirurgie, des qualités les plus précieuses : la netteté des conceptions, la clarté de l'exposition, un bon sens impeccable, la perspicacité la plus pénétrante, la sagesse constante dans l'étude, le choix et la mise en œuvre des moyens d'action. Ces qualités se manifestaient partout où il a pris la parole, et vous avez pu les apprécier dans différentes occasions. Aussi l'aviez-vous porté aux hautes fonctions de la présidence, fonctions qu'il eût si bien remplies, si une maladie des plus douloureuses ne l'avait pas mis dans l'impossibilité d'assister régulièrement à nos réunions. Vous ne l'avez vu que rarement venir occuper cette place qui avait mis le comble à toutes ses légitimes ambitions : c'est que ses intolérables souffrances étaient à peu près incessantes et, chaque fois qu'il a pu se rendre à nos séances, il n'obtenait une ou deux heures de répit qu'en se soumettant, avant d'entrer ici, à l'action de la morphine. Qui de nous n'a constaté alors, avec de tristes pressentiments, sur le visage amaigri et pâli de notre Président, les progrès du mal qui le minait ?

» Homme du devoir avant tout, il avait donné sa démission de la chaire qu'il occupait avec tant d'éclat à la Faculté de Médecine, lorsqu'il s'était senti trop faible pour en remplir toutes les obligations, et, à la fin de l'année dernière, après une forte crise qui l'avait totalement abattu, il nous adressait sa démission de la vice-présidence : il sentait bien, écrivait-il, qu'il ne pourrait pas nous présider cette année. Nous lui avions répondu, au nom de l'Académie, que nous espérions son retour complet à la santé et qu'il devait considérer sa lettre de démission comme non avenue. Hélas ! ce clinicien, dont le pronostic était presque infaillible quand il s'agissait des autres, ne s'était pas trompé sur la gravité de son état !

» La mort nous ravit un savant et excellent Confrère que l'on ne pouvait connaître sans concevoir pour lui la plus vive affection. Il laissera parmi nous les souvenirs les plus chers. Quant à moi, je n'oublierai jamais les marques d'amitié qu'il m'a prodiguées en toutes circonstances et, ce n'est pas sans un violent serrement de cœur que je prononce ici ces quelques mots, après les paroles de M. le Vice-Président : ce sont les seuls adieux qui, par déférence pour sa volonté expresse, lui seront adressés par l'Académie des Sciences. »

La séance est levée en signe de deuil.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Bernard Studer*, Correspondant pour la Section de Minéralogie, décédé à Berne le 2 mai 1887.

Notice sur les travaux de M. Studer; par M. **Daubrée**.

« L'Académie des Sciences vient de perdre l'un de ses Correspondants les plus éminents : M. Studer, qui était en même temps le doyen des géologues, est décédé à Berne, le 2 mai courant, âgé de quatre-vingt-treize ans.

» Dès 1824, M. Studer débutait comme professeur de Mathématiques, fonctions qu'il continua longtemps, bien que ses goûts l'entraînassent dans une autre direction.

» Il fit connaître son nom par un travail qu'il publia en 1825 sur la formation de la *mollasse suisse*, série puissante de couches qu'il rapporta à la période tertiaire, quoiqu'elle paraisse plonger sous le massif montagneux auquel elle est juxtaposée. Les diverses subdivisions de cet ensemble, quatre couches marines, couches d'eau douce, poudingues connus sous le nom de *magelfliche*, furent alors classées et comparées avec leurs analogues.

» Tandis que, dans leur situation normale et habituelle, les roches granitiques forment le soubassement des terrains de sédiment, ces mêmes roches, dans les Alpes bernoises, ont été repoussées au-dessus d'eux. L'imposant massif de la Jungfrau montre des couches calcaires appartenant à l'époque jurassique, repliées et serrées, en forme de coin, au milieu des masses cristallines et portées jusqu'à la hauteur des glaciers. C'est là un des exemples qui témoignent de la grandeur des forces quelquefois mises en jeu dans l'écorce terrestre. Ce fait si inattendu fut signalé par M. Studer qui continuait ainsi les observations de Hugi, à peu près au même moment où Élie de Beaumont en découvrait d'analogues dans l'Oisans. Une telle disposition, qui se reproduisait sur des régions différentes, n'en méritait que plus l'attention des géologues.

» Dans le Tableau des Alpes occidentales de la Suisse, qui parut en 1834, M. Studer montra que ces montagnes sont loin de présenter l'uniformité qu'on leur avait d'abord attribuée. En les explorant pas à pas, il poursuivait des couches caractérisées, comme jurassiques ou crétacées, ainsi que d'autres appartenant au terrain nummulitique, dont Alexandre Brongniart avait antérieurement découvert l'existence dans le massif des Diablerets.

» C'est dans une excursion dans les Alpes de Glaris que M. Studer fit reconnaître un passage des couches secondaires aux terrains cristallisés. Dans un travail considérable sur les Grisons, il arrivait à reconnaître, entre autres faits nouveaux, que de puissants massifs de serpentine doivent leur origine à une action éruptive. Mais il serait trop long de rappeler les nombreuses recherches dont on est redevable à l'activité persévérante de M. Studer.

» Toutes ces longues et patientes études se trouvent résumées et coordonnées dans la *Géologie de la Suisse*, Ouvrage en deux Volumes, qu'il publia de 1851 à 1853, après avoir parcouru pendant six mois l'Italie et particulièrement l'Apennin et l'île d'Elbe, afin de trouver dans la constitution géologique de ces contrées des termes de comparaison avec les Alpes.

» Cette importante œuvre, que complètent de nombreuses séries d'échantillons conservés au musée de Berne, sert en quelque sorte d'explication à la Carte géologique de la Suisse, que l'auteur publia en 1852 avec son collaborateur et ami Escher von der Linth, et dont, en 1862, il donna une seconde édition, modifiée d'après les découvertes ultérieures.

» A la suite de cette publication d'ensemble, M. Studer a encore rendu un service considérable à la Science et à son pays, en organisant l'exécution d'une Carte géologique à grande échelle. Cette œuvre, aujourd'hui terminée, fait honneur au dévouement et au savoir des géolognes qui y ont pris part.

» L'Académie, après l'avoir élu, en 1874, Correspondant dans la Section de Minéralogie et de Géologie, lui décerna, en 1879, le prix Cuvier.

» Excité à la fois par le désir de faire connaître la constitution de son pays et par l'attrait puissant des Alpes, M. Studer n'a pas cessé de les explorer pendant plus de soixante ans. C'est ainsi qu'il a ajouté des documents précieux à ceux qui, depuis les recherches de de Saussure, ont fait de la Suisse une terre classique de la Géologie.

» M. Studer attirait à lui par son affabilité et par une obligeance sans bornes. Sa conversation, pleine de souvenirs précis et de remarques judicieuses, reportait aux principales phases de l'histoire de la Géologie, dont il avait été pendant bien plus d'un demi-siècle à la fois témoin et acteur.

» Qu'il soit permis à celui qui écrit ces lignes de dire quel plaisir il trouvait à rencontrer souvent, et jusque dans ces dernières années, M. Studer, et à jouir de son commerce, sur le sol même qu'il avait si longtemps et si profondément étudié. »

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'observatoire de Paris pendant le quatrième trimestre de l'année* 1886. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(9) Métis.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 2......	10.25.24	23.11.36,17	— 7,82	105. 5.27,7	+ 46,9
4......	10.16. 5	23.10. 8,64	»	105. 8. 6,4	»

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction. de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(15) EUNOMIA.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Oct. 2......	10.47. 2	23.33.17,74	+19,05	70.39.34,7	−156,9
4......	10.37.33	23.31.39,73	+18,91	70.49. 7,5	−158,5
		(61) DANAÉ.			
Oct. 2......	11. 3. 7	23.49.24,52	− 4,04	73. 7.10,3	+ 19,7
4......	10.53.18	23.47.27,11	− 3,92	73. 7.50,9	+ 16,6
		(141) LUMEN.			
Oct. 2......	11.29. 4	0.15.25,88	»	68.46.51,4	»
4......	11.19.14	0.13.27,32	»	68.48.30,4	»
		(138) TOLOSA.			
Oct. 4......	10. 7.22	23. 1.24,19	»	101.34.51,3	»
		(21) LUTETIA (1).			
Oct. 19......	10.35.53	0.29. 8,04	−10,51	92.22.45,6	+ 63,5
		(8) FLORE.			
Oct. 19......	11.28.47	1.22.10,43	+10,27	94.48.23,5	− 62,7
21......	11.19.10	1.20.24,62	+10,29	94.55.24,8	− 61,9
27......	10.50.35	1.15.24,99	+10,04	95. 9.29,3	− 59,3
28......	10.45.53	1.14.38,78	+10,05	95.10.45,7	− 58,9
29......	10.41.12	1.13.53,61	+ 9,82	95.11.42,9	− 58,6
30......	10.36.33	1.13.10,19	+ 9,85	95.12.20,3	− 59,1
Nov. 6......	10. 4.41	1. 8.49,19	+ 9,45	95. 7.51,7	− 56,1
		(230) ATHAMANTIS.			
Oct. 27......	11.30. 1	1.54.57,09	− 7,48	70.21.34,5	+ 21,1
30......	11.15.34	1.52.17,95	− 7,35	70.52. 2,9	+ 17,9
Nov. 6......	10.42.18	1.46.31,49	− 7,09	72. 4.46,8	+ 20,6
16......	9.56.23	1.39.55,13	− 7,03	73.45.25,3	+ 17,5
18......	9.47.31	1.38.54,13	− 6,64	74. 4.18,9	+ 17,7
19......	9.43. 6	1.38.25,81	− 6,76	74.13.35,3	+ 20,1
22......	9.30. 5	1.37.11,71	− 6,56	74.40.18,7	+ 19,0

(1) On n'a pu s'assurer si l'astre observé est bien la planète.

Dates. 1886.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(172) Baucis.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	
Nov. 18......	9.33. 6	1.24.27,56	»	64. 9.19,0	»
19......	9.28.37	1.23.53,74	»	64.15.24,7	»
22......	9.15.19	1.22.23,17	»	64.32.59,6	»
		(39) Lætitia.			
Nov. 22......	10.50.32	2.57.51,70	»	89.31.55,8	»
Déc. 1......	10. 9. 7	2.51.49,41	»	89.41.15,6	»
2......	10. 4.37	2.51.15,12	»	89.41.12,3	»
		(20) Massalia.			
Déc. 1......	10.39.17	3.22. 4,07	+ 8,18	72.12.55,2	— 32,4
2......	10.34.29	3.21.11,75	+ 8,38	72.16.31,0	— 28,7
		(68) Leto.			
Déc. 27......	10.52.50	5.18.10,19	»	58.48.25,1	»

» Les comparaisons d'Athamantis se rapportent à l'éphéméride publiée dans le n° 282 des circulaires du *Berliner Jahrbuch*, toutes les autres aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations du mois d'octobre ont été faites par M. *P. Puiseux;* celles des mois de novembre et de décembre, par M. *O. Callandreau.* »

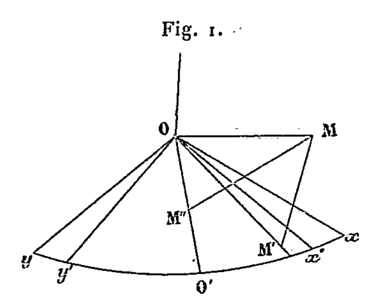
ASTRONOMIE. — *Méthode générale pour la détermination de la constante de l'aberration;* par M. **M. Lœwy.**

« Avant d'exposer le principe sur lequel repose la méthode générale, il est indispensable de faire connaître d'abord les règles à l'aide desquelles on parvient à se rendre compte de l'influence exercée par l'aberration à tout instant sur le grand arc reliant deux étoiles quelconques.

» Soient (*fig.* 1) O le lieu occupé par l'observateur; OM la direction du mouvement de la Terre et v la vitesse du mouvement; Oxy le plan du couple; Ox' et Oy' les directions des rayons visuels émanant des deux astres; Δ leur distance dans l'espace; $d\Delta$ la variation de Δ provoquée par l'action de l'aberration; OO′ la médiane de l'angle $y'Ox'$; p l'angle MOO′, formé par la direction du mouvement avec la médiane; b l'angle y'OM′; V la

vitesse de la lumière; μ l'anomalie moyenne du Soleil; $\frac{d\mu}{dt}$ le mouvement moyen dans une seconde sidérale; a la distance moyenne du Soleil à la

Fig. 1.



Terre; ε l'excentricité de l'orbite terrestre; $\sin\varphi = \varepsilon$; Ox une ligne perpendiculaire à Oy'; Oy une ligne perpendiculaire à Ox'; π' l'angle $\mathrm{MO}x$; π'' l'angle $\mathrm{MO}y$.

» On peut décomposer la vitesse V en deux composantes : l'une MM', perpendiculaire au plan yOx, et l'autre OM', comprise dans ce plan. La première MM', comme cela est facile à comprendre, ne peut pas modifier l'arc $x'y'$ reliant les deux étoiles; la seconde seule $\mathrm{OM}' = v\cos\mathrm{MOM}'$ provoque le phénomène de l'aberration. D'après ce qui précède, la variation $d\Delta$ de l'arc peut être évaluée à l'aide de la formule

$$d\Delta = \frac{v}{V}\cos\mathrm{MOM}'[\sin b + \sin(\Delta - b)] = 2\frac{v}{V}\cos\mathrm{MOM}'\sin\frac{\Delta}{2}\cos\left(\frac{\Delta}{2} - b\right).$$

» En abaissant de M une perpendiculaire sur OO', on aura successivement

$$\mathrm{OM}'' = \mathrm{OM}'\cos\left(\frac{\Delta}{2} - b\right) = v\cos\mathrm{MOM}'\cos\left(\frac{\Delta}{2} - b\right).$$

D'un autre côté, on a $\mathrm{OM}'' = v\cos p$; il en résulte $\cos p = \cos\mathrm{MOM}'\cos\left(\frac{\Delta}{2} - b\right)$ et, par suite, $d\Delta = 2\frac{v}{V}\sin\frac{\Delta}{2}\cos p$.

» En laissant de côté, pour des raisons antérieurement développées, les termes de l'aberration qui restent invariables pendant toute la durée de l'année, on peut remplacer $\frac{v}{V}$ par $\frac{a}{V}\frac{d\mu}{dt} = k$; on obtient ainsi finalement

$$d\Delta = 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p,$$

relation qui fait connaître une propriété géométrique remarquable : *l'ac-*

tion exercée par l'aberration sur le grand arc reliant deux étoiles est proportionnelle au cosinus de l'angle formé entre la médiane et la direction du mouvement.

» Pour pouvoir effectuer le calcul de $d\Delta$, il est donc nécessaire d'exprimer p par les éléments directement donnés, qui sont les coordonnées équatoriales $Æ_{,}$, $\mathbb{D}_{,}$ et $Æ_{,,}$, $\mathbb{D}_{,,}$ des deux étoiles, et la longitude l de la direction du mouvement égale à la longitude du Soleil $\odot$ moins $90°$; $l = \odot - 90°$. En désignant par $Æ_{,,,}$ et $\mathbb{D}_{,,,}$ les coordonnées équatoriales de la médiane; par S la différence $Æ_{,,} - Æ_{,}$; par $S_{,}$ la différence $Æ_{,,,} - Æ_{,}$; par α l'angle entre le cercle horaire de l'étoile I et la distance Δ, on déduira d'abord les inconnues $\frac{S'}{2}$ et $\mathbb{D}_{,,,}$ au moyen des formules suivantes :

$$\operatorname{tang}\left(S - \frac{S'}{2}\right) = \operatorname{tang}\frac{S}{2}\operatorname{tang}\frac{\mathbb{D}_{,,} - \mathbb{D}_{,}}{2}\operatorname{tang}\frac{\mathbb{D}_{,,} + \mathbb{D}_{,}}{2}, \qquad \sin\alpha\sin\Delta = \sin S\cos\mathbb{D}_{,,},$$

$$\cos\mathbb{D}_{,,,} = \frac{\sin S\cos\mathbb{D}_{,,}}{2\cos\frac{\Delta}{2}\sin S_{,}} = \frac{\sin S\cos\mathbb{D}_{,}}{2\cos\frac{\Delta}{2}\sin(S - S_{,})} = \frac{\sin\alpha\sin\frac{\Delta}{2},}{\sin S_{,}}$$

$$\sin\mathbb{D}_{,,,} = \sin\mathbb{D}_{,}\cos\frac{\Delta}{2} + \cos\alpha\cos\mathbb{D}_{,}\sin\frac{\Delta}{2}, \qquad Æ_{,,,} = Æ_{,} + S_{,}.$$

Avec $R_{,,,}$ et $\mathbb{D}_{,,,}$, on se procurera ensuite la longitude λ et la latitude β correspondant à $Æ_{,,,}$ et à $\mathbb{D}_{,,,}$, et, partant de ces coordonnées écliptiques, on conclut l'angle p à l'aide de la relation fort simple $\cos p = \cos\beta\sin(\odot - \lambda)$.

» Avant de terminer cette recherche préliminaire, nous pensons devoir encore traiter une question d'une importance tout à fait secondaire et qui, néanmoins, intéressera peut-être quelques astronomes. Pour une raison quelconque, on pourrait supposer que la vitesse ne soit pas la même pour les ondes lumineuses émanant d'astres différents et vouloir dès lors déduire la constante k au moyen des observations se rapportant uniquement à une seule étoile. Il convient pourtant de faire remarquer qu'il serait absolument superflu de se livrer à une semblable investigation dans le but de savoir si l'action de l'aberration varie pour des étoiles de couleurs différentes. L'indice de réfraction des divers rayons n'accusant que des différences de quelques unités du sixième chiffre décimal, il est facile de démontrer que, quelles que soient les étoiles utilisées, le désaccord entre les valeurs de k correspondantes ne peut pas atteindre $\frac{1}{10000}$ de seconde d'arc. Quoi qu'il en soit, tout en mesurant l'arc, rien n'empêche de résoudre le problème à ce point de vue. Pour pouvoir effectuer alors ce genre d'étude, il faut naturellement connaître la variation de l'arc provoquée par l'aberration de chacune des deux étoiles. Nous supposerons que toutes les définitions se

rapportant à la *fig.* 1 soient les mêmes ici; mais nous désignerons par $V_,$ la vitesse de la lumière relative à la première étoile; par $V_{,,}$ celle relative à la seconde étoile, et par $d\Delta_,$ et $d\Delta_{,,}$ les deux effets sur l'arc relatifs à l'aberration. Comme dans le cas précédent, la partie agissante de la vitesse terrestre sera égale à $v\cos MOM'$; on aura donc

$$d\Delta_, = \frac{v}{V_,}\cos MOM' \cos M'Ox, \qquad d\Delta_{,,} = \frac{v}{V_{,,}}\cos MOM' \cos M'Oy,$$

et, par suite,

$$d\Delta_, = \frac{v}{V_,}\cos\pi_, = k_, \cos\pi_,, \qquad d\Delta_{,,} = \frac{v}{V_{,,}}\cos\pi_{,,} = k_{,,}\cos\pi_{,,}.$$

On arrive ainsi à ce théorème :

» *L'action de l'aberration de l'une ou de l'autre des deux étoiles sur l'arc les reliant est proportionnelle au cosinus de l'angle formé par la direction du mouvement avec la perpendiculaire au rayon visuel dans le plan du couple.*

» Il reste à indiquer le procédé permettant de déduire des quantités connues les deux angles $\pi_,$ et $\pi_{,,}$.

» Pour atteindre ce but, nous allons chercher les coordonnées azimutales des trois directions formant ces deux angles π' et π''. Il convient de faire remarquer que les deux perpendiculaires Ox et Oy, symétriquement placées par rapport à la médiane, ont la même hauteur au moment de l'observation. Comme on le verra plus loin, les données initiales du problème sont : 1° les coordonnées azimutales de la direction du mouvement terrestre; 2° la hauteur ψ, l'azimut A de la médiane au-dessus de l'horizon et l'angle du miroir $\frac{\Delta}{2}$. Les trois derniers éléments permettent de calculer la hauteur commune h des deux perpendiculaires Ox et Oy et leurs azimuts $A_,$ et $A_{,,}$. On a, en effet,

$$\sin h = \sin\frac{\Delta}{2}\sin\psi, \qquad \operatorname{tang}(A - A_,) = \operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}\cos\psi, \qquad A_{,,} = 2A - A_,.$$

» Possédant ainsi les coordonnées azimutales des diverses lignes considérées, on conclura facilement les deux angles $\pi_,$ et $\pi_{,,}$ qu'elles déterminent. En introduisant ensuite dans les équations de condition établies ultérieurement, au lieu de $2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p$, l'expression à deux inconnues $k_,\cos\pi_, + k_{,,}\cos\pi_{,,}$, on aura la faculté de pouvoir conclure les deux éléments cherchés $k_,$ et $k_{,,}$. La seule différence entre les deux méthodes consiste donc en ceci : au lieu de conclure à l'aide des données une seule constante k,

on en déduit deux, $k_{,}$ et $k_{,,}$. Bien que cette solution spéciale ne nous semble d'aucune utilité réelle, nous avons cru cependant devoir indiquer la voie à suivre, afin de montrer que le mode d'opération établi permet de résoudre le problème à tous les points de vue.

» Nous allons maintenant exposer la méthode générale dont l'application offre des garanties d'exactitude exceptionnelles et une facilité d'exécution remarquable. En effectuant deux observations conjuguées, on parvient, en effet, à déterminer la constante de l'aberration indépendante de toutes corrections physiques. Le procédé d'observation repose sur la mesure simultanée des deux arcs $\gamma_{,}$ et $\gamma_{,,}$ des deux couples d'étoiles au moment où ils se trouvent à égale hauteur au-dessus de l'horizon. Nous indiquerons plus tard les dispositions à prendre, afin d'établir à quelques minutes près, la coïncidence entre les époques des deux mesures. Si $l_{,}$ et l' représentent respectivement les différences entre les lectures effectuées en pointant le premier et le second couple à la première période, $l_{,,}$ et l'' les quantités analogues à la seconde période, on arrivera aux relations suivantes :

Première période.	Seconde période.
$l_{,} = \gamma_{,} + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p_{,}$,	$l_{,,} = \gamma_{,} + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p_{,,}$,
$l' = \gamma_{,,} + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p'$,	$l'' = \gamma_{,,} + 2k\sin\frac{\Delta}{2}\cos p''$,
$l' - l_{,} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p' - \cos p_{,})$,	$l'' - l_{,,} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 2k\sin\frac{\Delta}{2}(\cos p'' - \cos p_{,,})$.

» La comparaison des deux arcs étant toujours réalisée à la même hauteur et au même instant physique, par conséquent, dans des conditions atmosphériques identiques et avec la même ouverture du compas utilisé, il en résulte que les valeurs numériques obtenues des quantités $l' - l$ et $l'' - l_{,,}$ sont, d'une manière absolue, indépendantes de la réfraction et de la dilatation du miroir.

» En prenant la différence entre les deux dernières équations, on a

$$(\text{A})\quad (l'' - l_{,,}) - (l' - l_{,}) = 2k\sin\frac{\Delta}{2}[(\cos p'' - \cos p_{,,}) - (\cos p' - \cos p_{,})];$$

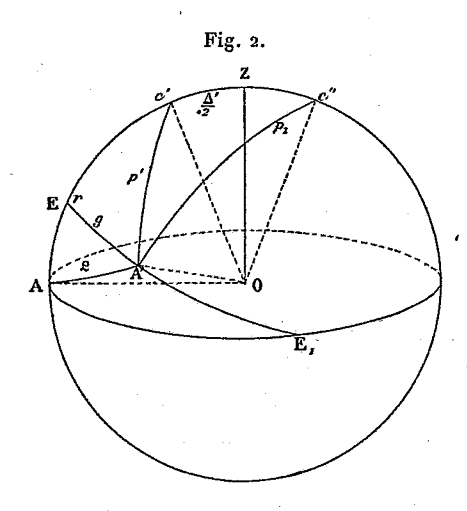
le coefficient de k atteindra évidemment sa plus forte valeur dans le cas où les deux termes $(\cos p'' - \cos p_{,,})$, $(\cos p' - \cos p_{,})$ auront des signes contraires et seront aussi grands que possible. Or cela n'aura lieu que si également les signes sont opposés respectivement pour $\cos p''$ et $\cos p_{,}$, et pour $\cos p'$

et cos $p_{,}$. La signification géométrique de ces conditions est la suivante : l'action de l'aberration sur les deux arcs sera aussi grande que possible et de signe contraire, si les deux médianes se trouvent, dans l'espace, aussi éloignées que possible l'une de l'autre; mais, en considérant en outre que leur hauteur, au moment de l'observation, est nécessairement la même, on arrive à la conclusion suivante : pour obtenir l'écart maximum entre les deux médianes, il faut que leurs azimuts respectifs soient différents de 180°. Or, dans ce cas, ces deux directions se trouvent comprises dans un même cercle vertical ou, ce qui revient au même, le plan passant par les deux médianes renferme le zénith.

» Nous allons maintenant chercher la loi suivant laquelle varie le coefficient de k dans l'équation (A). Pour atteindre ce but, il faut connaître la représentation géométrique des facteurs $\cos p'' - \cos p_{''}$ et $\cos p' - \cos p_{,}$, exprimant à un instant quelconque l'effet de l'aberration sur la différence des deux arcs $\gamma_{''} - \gamma_{,}$.

Soient (*fig.* 2) Z le zénith de l'observateur placé en O; Ac'Zc'' le plan

Fig. 2.



vertical renfermant les deux médianes; OA' la direction du mouvement de la Terre; EE, l'intersection du plan de l'écliptique avec la sphère céleste; l'angle A'Oc' formé par la médiane avec la direction du mouvement diurne $= p'$ et l'angle analogue A'O$c'' = p_{,}$; Zc' = Z$c'' = \frac{\Delta'}{2}$ la moitié de la distance des deux médianes; l'angle c'EE, $= r$; l'arc A'E $= g$ et l'arc AA' $= \mathfrak{L}_{,}$, et, pour une autre époque, cet arc AA' $= \mathfrak{L}_{''}$ et ZE $=$ Z; AE $= 90° -$ Z; c'E $=$ Z $- \frac{\Delta'}{2}$ et

$c''E = Z + \frac{\Delta'}{2}$; on aura alors

$$\cos p' = \sin g \sin\left(Z - \frac{\Delta'}{2}\right)\cos r + \cos g \cos\left(Z - \frac{\Delta'}{2}\right),$$

$$\cos p_{,} = \sin g \sin\left(Z + \frac{\Delta'}{2}\right)\cos r + \cos g \cos\left(Z + \frac{\Delta'}{2}\right),$$

$$\cos p_{,} - \cos p' = 2 \sin\frac{\Delta'}{2}\,(\sin g \cos r \cos Z - \cos g \sin Z).$$

» D'un autre côté, on a $\cos \mathcal{L} = -\cos Z \sin g \cos r + \sin Z \cos g$; il en résulte $\cos p' - \cos p_{,} = +\, 2 \sin\frac{\Delta'}{2} \cos \mathcal{L}_{,}$.

» Cette dernière relation fait connaître une loi d'une simplicité remarquable : l'action exercée par l'aberration sur la différence des arcs de deux couples d'étoiles symétriquement placées par rapport au zénith est proportionnelle au cosinus de l'arc formé par la direction du mouvement OA' avec la ligne d'intersection OA du plan vertical des médianes avec l'horizon. On a, par conséquent,

$$l' - l_{,} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 4k \sin\frac{\Delta}{2} \sin\frac{\Delta'}{2} \cos \mathcal{L}_{,},$$

$$l'' - l_{,,} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 4k \sin\frac{\Delta}{2} \sin\frac{\Delta'}{2} \cos \mathcal{L}_{,,};$$

par suite du changement incessant de la direction OA', l'angle $\mathcal{L}$ varie d'un instant à l'autre, et sa grandeur détermine celle de l'effet égale à $d(\gamma'' - \gamma')$ de l'aberration sur l'arc $\gamma_{,,} - \gamma_{,}$; $d(\gamma'' - \gamma')$ atteindra la plus forte valeur au moment où $\mathcal{L}$ sera un minimum. Il est évident que le maximum absolu de $d(\gamma'' - \gamma')$ aura lieu si à une certaine époque $\mathcal{L}$ peut devenir égale à zéro. Pour réaliser cette condition, il devient donc nécessaire de choisir les coordonnées des deux couples d'étoiles, de manière à rendre possible, à une époque quelconque de l'année, la coïncidence entre les deux directions OA' et OA; il en résulte cette conclusion : *Pour obtenir la plus grande action de l'aberration sur la différence de deux arcs, il faut que la ligne d'intersection du plan des médianes et de l'écliptique avec l'horizon soit la même.* En cette occurrence, il arrivera nécessairement deux époques de l'année, distantes de six mois environ, où la direction du mouvement coïncidera avec cette ligne d'intersection.

» Les différences entre les deux lectures seront alors à la première coïncidence, $\mathcal{L}$ étant égale à zéro,

$$l' - l_{,} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 4k \sin\frac{\Delta}{2} \sin\frac{\Delta'}{2},$$

et, environ six mois après, lorsque la longitude de la direction du mouvement terrestre différera de 180°, $\mathcal{L}$ étant égale à 180°,

$$l''-l_{''}=\gamma_{''}-\gamma_{'}-4k\sin\frac{\Delta}{2}\sin\frac{\Delta'}{2},$$

et, par suite,

$$(l''-l_{''})-(l'-l_{'})=-8k\sin\frac{\Delta}{2}\sin\frac{\Delta'}{2}.$$

» L'inspection de toutes les équations précédentes montre, en outre, qu'en comparant les différences des arcs à deux époques différentes, les manifestations de l'aberration seront d'autant plus notables, que les valeurs de Δ et Δ' seront plus considérables, Δ étant la distance sur la sphère céleste entre les deux étoiles d'un même couple, et Δ' celle des deux médianes. Il importe donc de savoir quelle est la grandeur la plus convenable à adopter pour ces deux éléments.

» Pour répondre à cette question, il faut examiner quelles sont les autres conditions d'exactitude à remplir et dont la réalisation dépend également de la grandeur des deux éléments Δ et Δ'. »

ASTRONOMIE. — *Sur la manière la plus commode de trouver l'heure;* par M. d'Abbadie.

« La connaissance exacte de l'heure est nécessaire pour préciser l'instant d'un phénomène, et bien des gens préfèrent la déterminer par eux-mêmes sans se déplacer pour recourir à un intermédiaire. Il n'est donc pas inutile de rappeler aux observateurs qu'ils peuvent se procurer cette heure à une seconde près au moyen de deux instruments peu coûteux.

» Le premier est un prisme de verre, dit *dipléidoscope*. L'un de ses angles est fixé dans le méridien et parallèlement à l'axe de la Terre. Aux environs de midi on y voit par réflexion deux images du Soleil qui se confondent en une seule au moment du midi vrai, et, pour le bien déterminer, on note avec une montre à secondes les contacts du premier et du second bord. La moyenne de ces deux instants donne celui du midi vrai. L'équation du temps, publiée dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, permet ensuite d'en déduire l'heure moyenne, et par suite l'avance ou le retard de la pendule, ainsi que sa marche journalière.

» L'autre instrument donne des résultats plus exacts. Il consiste en une petite lunette munie, à son foyer, de cinq fils fixes et équidistants; au besoin, on peut même la diriger loin du méridien. Afin de parer aux

erreurs d'observation, on observe le moment du passage d'une étoile à chacun de ces cinq fils, on double la somme des instants notés et, divisant ensuite par dix, on en déduit la seconde et le dixième de seconde où l'étoile était derrière le fil central. On obtient ainsi le temps sidéral du passage. Un calcul simple, toujours de la même forme, permet de passer de l'heure sidérale à l'heure moyenne au moyen d'une Table publiée dans la *Connaissance des Temps*.

» L'utilité de cette lunette peut être augmentée en la plaçant dans le méridien et à une distance polaire de 110,4 grades. En s'y ménageant préalablement, au moyen d'un oculaire mobile, un champ de 2,7 grades, on y verra passer deux étoiles de 1[re] grandeur, Rigel et α de la Vierge, ainsi que deux étoiles de 2[e] grandeur qui pourront être observées en plein jour. On y verra aussi huit étoiles plus petites, mais qui supportent l'éclairage des fils pendant la nuit. Le plus grand intervalle entre deux passages consécutifs de ces douze étoiles n'atteignant pas quatre heures, on pourra toujours en choisir une pour l'observer à une heure commode. Enfin, comme leurs positions apparentes sont données de dix en dix jours dans la *Connaissance des Temps*, les calculs nécessaires pour trouver l'heure sont réduits à leur plus simple expression.

» La seule objection contre l'emploi de ces instruments, c'est qu'avant leur scellement ils devront être mis en place par une personne compétente; mais cet inconvénient est largement racheté par leur usage pour ainsi dire indéfini. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le second Mémoire de l'amiral Cloué relatif au cyclone d'Aden;* par M. **H. Faye.**

« L'Académie sait que cette tempête, pendant laquelle l'aviso *le Renard* a sombré entre Obock et Aden, a été étudiée par M. le vice-amiral Cloué. En discutant les nombreux documents que ses relations avec les consulats et les institutions maritimes des divers pays lui avaient permis de rassembler, le savant amiral a établi que ce cyclone a suivi, vers l'ouest 2° sud, une trajectoire presque droite, depuis le 30 mai, à midi, à l'est de Socotora, jusqu'au 3 juin vers le méridien d'Aden. Là cette trajectoire dévie de quelques degrés de plus vers le sud et va se perdre sur les terres d'Afrique. Comme conclusion de ce Mémoire [1], que j'ai eu l'honneur de présenter

---

[1] *L'ouragan de juin* 1885 *dans le golfe d'Aden*, par le vice-amiral Cloué, membre du Bureau des Longitudes (*Annales hydrographiques*, 1[er] semestre 1886).

l'an dernier à l'Académie, l'amiral propose d'instituer un système régulier d'avertissements pour cette mer étroite, devenue la plus importante route commerciale de l'ancien monde. Un simple télégramme transmis de Socotora, île placée comme en vedette sur la route des cyclones qui peuvent aborder ce golfe, aurait en effet sauvé le *Renard*, la corvette allemande l'*Augusta*, le vaisseau turc *Fetul Bahri*, les vapeurs anglais *Speke Hall* et *Seraglio*, et tant d'autres navires ou embarcations qui ont péri ou subi de graves avaries dans cette effroyable tourmente.

» La perte de l'*Augusta* et les risques du commerce allemand devaient appeler l'attention de la Direction de l'observatoire maritime allemand sur ce cyclone. On y a repris l'étude de l'amiral Cloué en joignant, aux nombreux documents réunis par lui, les rapports de deux navires de commerce allemands, le *Tritos* et l'*Asia*. Il est intéressant de comparer les méthodes suivies par les auteurs de cette double étude. L'amiral français procède sur des documents irrécusables, à savoir les vents observés à bord d'une trentaine de navires dont les positions ont été soigneusement discutées avec la haute compétence d'un navigateur à qui ces mers sont familières. L'auteur allemand, s'inspirant des doctrines actuelles des météorologistes, s'est attaché tout d'abord à construire les lignes isobares de chaque jour. Chose singulière, cette marche, qui aurait dû réussir dans le cas actuel ([1]) à cause de la concordance qui a toujours lieu, près de l'équateur, entre les isobares et les flèches du vent, n'a rien donné de satisfaisant : le seul aspect des quatre isobares du Mémoire allemand, du 1er au 3 juin, montre que ces courbes n'ont aucun rapport avec le phénomène qu'elles sont censées figurer.

» Mais comme, en dehors de ces isobares, les données sont presque les mêmes pour les deux auteurs, il est naturel qu'il y ait accord entre leurs résultats. De fait, les deux trajectoires sont à peu près les mêmes dans leurs traits essentiels; les discordances ne portent que sur les vitesses de translation de l'ouragan et certaines ondulations que le Mémoire allemand assigne à la trajectoire. Néanmoins ces discordances ont éveillé les scrupules de l'auteur français; il s'est demandé si les deux seuls nouveaux documents introduits dans la discussion, en Allemagne, exigeaient réellement des modifications pareilles. Tel est l'objet du second Mémoire que l'amiral Cloué vient de publier et dont j'ai l'honneur de présenter un

([1]) Il faut dire que les observations barométriques, dont l'amiral Cloué a tenu compte dans une juste mesure, n'étaient ni assez nombreuses, ni assez précises pour permettre l'application de ce procédé.

exemplaire à l'Académie (¹). Ce second examen confirme les conclusions premières et démontre qu'il n'y a pas lieu d'accepter les modifications proposées.

» Cette discussion, je l'avoue, m'a vivement intéressé. Sans entrer dans des détails qui exigeraient une compétence toute spéciale, j'aborderai immédiatement l'objet de cette Note en faisant remarquer que ce cyclone présente deux sortes d'anomalies : la première porte sur la direction de la trajectoire; la seconde sur une sorte d'accalmie relative, totalement différente du calme central, qui se serait manifestée à plusieurs reprises dans le cours de l'ouragan.

» 1° Le golfe d'Aden, assez étroit et dirigé vers l'ouest avec une inclinaison de 12° ou 13° au sud, ne peut être parcouru centralement de bout en bout par un cyclone régulier, parce que, dans ces parages, la trajectoire de tout cyclone doit décliner peu à peu, non pas au sud, mais au nord. Or le cyclone qui nous occupe a bien marché à l'ouest, comme d'ordinaire; mais, au lieu de décliner de plus en plus vers le nord, ce qui l'aurait empêché d'aboutir au fond du golfe, il a décliné un peu au sud. Sur ce point, les deux études en présence, l'allemande et la française, sont parfaitement d'accord, et même, l'amiral Cloué accentue davantage cette déviation à partir du méridien d'Aden, en se fondant sur des données assez sûres. Je ne connais pas d'autre exemple d'une déviation pareille entre les tropiques; bien qu'elle soit peu considérable, elle mérite pourtant un examen approfondi.

» Il va sans dire qu'elle ne s'explique ni par la configuration du golfe, car un cyclone qui prend naissance et puise son énergie dans un fleuve aérien situé à 10^{km} ou 12^{km} d'altitude ne saurait être dérangé dans sa marche par le relief de ces côtes (²), ni par la zone de basses pressions (757^{mm}) que l'auteur du Mémoire allemand place sur cette région. Elle tient uniquement aux courants supérieurs de l'atmosphère, dont la direction aurait subi une altération sensible. Mais aussi, et par cela seul, ce cyclone ne se trouvant plus dans les conditions normales des tourbillons nés au voisinage de l'équateur, lesquels parcourent le globe pendant des se-

(¹) *L'ouragan de juin* 1885 *dans le golfe d'Aden* (second Mémoire). Paris, 1887, librairie de L. Baudoin et Cie.

(²) On trouvera peut-être cette assertion exagérée : il n'en est rien. Le moindre tornado, dont l'origine est placée bien plus bas, traverse les accidents de terrain sans en être dévié le moins du monde. Seules les girations les plus basses peuvent être interceptées.

maines entières en s'élargissant progressivement, sa giration originaire vers la droite a dû être contrariée de plus en plus, à mesure que le fleuve aérien prenait une courbure anormale : il était donc condamné à ne pas durer. Or c'est précisément ce qui résulte de l'étude de l'amiral français. Le cyclone d'Aden a marché quatre jours sur sa trajectoire légèrement déviée; mais, au lieu de grandir progressivement, comme le font invariablement les cyclones à trajectoire régulière, il n'a cessé de se rétrécir depuis le 30 mai, époque où il avait 150 milles de diamètre, jusqu'au 3 juin, où il n'en avait plus que 50.

» Quant à la cause de cette remarquable anomalie, il faut se reporter à ce que nous avons dit (*Comptes rendus* du 28 février) sur les grands courants supérieurs de déversement dus à l'échauffement continuel des couches d'air équatoriales, courants qui ont en bas leur contre-partie dans les alizés des deux hémisphères. Rien de plus régulier que ces courants dans les régions océaniques où règnent les alizés.

» Mais, au-dessus des mers resserrées entre de grands massifs continentaux, sur lesquelles règne l'alternative des moussons, les courants supérieurs peuvent subir quelques modifications, surtout aux époques d'incertitude qui se traduisent en bas par le renversement des vents régnants. Il ne faudrait pas croire pour cela qu'en dehors de ces époques des tempêtes régulières ne puissent se produire dans ces parages. Piddington, dans son *Sailor's Hornbook for the laws of storms*, mentionne toute une classe de tempêtes marchant à l'ouest en déviant vers le nord, lesquelles vont frapper les côtes d'Arabie jusqu'à Aden.

» 2° La seconde anomalie est plus facile à expliquer. En y regardant de près, on en trouverait des exemples dans d'autres cyclones. Elle tient à ce que les mouvements giratoires descendent dans les couches basses en se superposant passagèrement aux vents régnants, sans les supprimer. Ce qui le prouve le mieux, c'est l'allure que les alizés du sud-est, dans la mer des Indes, présentent lorsqu'ils sont atteints par un ouragan de l'hémisphère austral. A l'avant de ce cyclone le vent qui lui est propre a précisément la même direction; il s'ajoute à l'alizé et celui-ci semble alors se mettre à souffler en tempête. C'est ce qui arrive aux navires qui passent dans ces régions en venant du Cap : le renforcement subit de l'alizé est pour eux un signe certain qu'ils ont pénétré dans un de ces cyclones si fréquents dans ces parages. Or nous retrouvons un phénomène analogue dans la mer Arabique où règnent les moussons. Celle du sud-ouest était déjà établie vers le 30 mai dans la région parcourue par le *Deucalion*, le *Jason*, le *Glenochil*, qui ont

rencontré le cyclone d'Aden par son côté postérieur soufflant aussi du sud-ouest. Alors la mousson a fait l'effet de souffler en tempête.

» Évidemment l'effet inverse doit avoir lieu à l'extrémité opposée du même diamètre, où le cyclone souffle du nord-est. Là les vents du cyclone et de la mousson sont opposés; s'ils étaient égaux, il en résulterait pendant quelque temps l'apparence d'un calme complet. On comprend donc que des navires rencontrant le cyclone par cette autre face, aux points où le vent était presque opposé à la mousson, du nord-nord-est par exemple, ont dû voir la résultante des deux vents reculer, pour ainsi dire, du nord-nord-est au nord-nord-ouest, et baisser en même temps d'intensité de 8 à 5 par exemple, sous l'influence momentanée de la mousson commençante. C'est là le phénomène où l'auteur allemand a vu l'indication, pour le cyclone, d'une brusque dégradation d'énergie, et la preuve que la trajectoire avait dû subir une inflexion. Mais cette espèce de calme relatif montre seulement, à mon avis, que la mousson du sud-ouest, établie depuis trois jours au sud du parallèle de Socotora, se faisait déjà sentir par intermittences dans le golfe au nord du même parallèle. L'amiral Cloué repousse cette prétendue inflexion en se fondant sur d'autres motifs.

» Dans la seconde brochure que je mets sous les yeux de l'Académie, l'amiral exprime le vœu que ces redoutables phénomènes soient désormais étudiés sans retard avec le soin qu'ils comportent. Il aura lui-même fourni un bien excellent modèle de ce genre de discussion, qui exige un grand tact uni à une connaissance profonde des choses de la mer. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur l'émission de l'ammoniaque par la terre végétale;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Nous avons entrepris d'étudier l'émission de l'ammoniaque par la terre végétale, question d'un grand intérêt pour la connaissance des apports réels fournis par l'atmosphère. Elle est d'ailleurs susceptible d'une solution plus rigoureuse et moins incertaine que la distribution de l'ammoniaque combinée dans le sol, en ammoniaque libre, saline, amidée ou alcalamidée; cette dernière distinction étant subordonnée à la définition difficile des actions exercées pendant un temps donné, par les acides, par les alcalis et par l'eau même, sur les sels ammoniacaux solubles et insolubles, ainsi que sur les amides et alcalamides divers que le sol renferme. Au contraire, l'ammoniaque émise spontanément par la terre végétale peut être dosée sans faire agir sur

la terre elle-même aucun réactif additionnel, susceptible de déterminer la formation de l'ammoniaque qu'il est destiné à doser. Nos résultats, avons-nous besoin de le dire, s'appliquent essentiellement aux terres argileuses de l'ordre des terres cultivées qui couvrent les plateaux supérieurs des environs de Paris : ce mot *terre* désigne des choses trop multiples et trop dissemblables pour qu'il ne soit pas nécessaire d'en préciser la définition. Nos échantillons, d'ailleurs, n'ont subi ni lavages spéciaux, ni traitements de laboratoire préliminaires, susceptibles d'en altérer la composition.

» Nous avons examiné d'abord l'émission de l'ammoniaque par des échantillons de terre superficielle et de terre plus profonde; au moment de la prise d'échantillon, puis durant les premiers jours de la conservation en vase clos : nous avons mesuré aussi la quantité d'ammoniaque libre fournie par la terre, en vase clos, après une certaine durée de conservation et dans diverses conditions. Nous avons également étudié sur place l'émission de l'ammoniaque pour un sol gazonné, couvert de végétation, comparativement avec l'ammoniaque apportée par l'air atmosphérique, sur le même point et dans les mêmes circonstances.

» Voici nos expériences :

» 1. 1^{kg} de terre, sur un point qui n'avait pas reçu d'engrais depuis plusieurs années, a été pris à la surface du sol le 1er octobre 1886, après une série de jours de pluie. Cette terre contenait 171^{gr} d'eau (perte à 100°). On l'a introduite, aussitôt après la prise, dans un flacon de 4^{lit}; on y a fait passer un courant d'air, en agitant continuellement, et on a dirigé cet air (après l'avoir tamisé sur du coton) à travers un tube à boules contenant de l'acide sulfurique titré, très étendu. On a fait passer 6^{lit} d'air en une heure. On a obtenu, en rapportant les chiffres à 1^{kg} supposé sec :

Az ammoniacal.................... $0^{mgr},012$

La limite d'erreur des dosages, mesurée directement dans les mêmes conditions, était de $0^{mgr},006$.

» 2. 1^{kg} de terre, prise au même point à $0^{m},25$ de profondeur et renfermant 142^{gr} d'eau, a été traitée de suite de la même façon. Elle a fourni (1^{kg} supposé sec) :

Az ammoniacal.................... $0^{mgr},035$

» Il paraît donc que, sur ce point, la couche superficielle mouillée par la pluie avait perdu, au contact de l'air, quelque peu de l'ammoniaque libre contenue dans la terre plus profonde; loin d'en avoir emprunté une dose excédante à l'atmosphère.

» 3. L'ammoniaque est émise également lorsqu'on conserve ces terres étalées en couches minces, dans des cristallisoirs à fond plat; on pose sur leur surface des capsules renfermant de l'acide sulfurique titré.

» Après quinze jours de conservation (octobre 1886), un échantillon de la terre superficielle a fourni, par kilogramme supposé sec : $0^{mgr},035$ d'azote ammoniacal.

» Un échantillon de la terre profonde : $0^{mgr},056$.

» Ces nombres, un peu plus forts que les précédents, indiquent que l'émission de l'ammoniaque a continué pendant la conservation des terres.

» 4. Voici d'autres expériences, faites à partir du 3 juillet 1886, au milieu d'une période de sècheresse, lesquelles mettent en évidence cette émission progressive d'ammoniaque par la terre.

» La terre, prélevée avec soin sur une certaine étendue, dans la couche toute superficielle, contenait par kilogramme : $46^{gr},30$ d'eau, c'est-à-dire quatre fois moins que les précédentes. Elle renfermait (1^{kg} supposé sec) : $1^{gr},90$ d'azote total et $0^{gr},0115$ d'azote nitrique.

» 1^{kg} de terre prélevée au même point, à $0^{m},25$ de profondeur, renfermait 178^{gr} d'eau pour 1^{kg} supposé sec; et en outre : Az total, $1^{gr},88$; Az nitrique, $0^{gr},0081$.

» On a placé ces échantillons sous une cloche, à côté de l'acide sulfurique titré. On a obtenu pour l'ammoniaque émise et rapportée à 1^{kg} supposé sec :

	Après		
	2 jours.	15 jours.	30 jours.
	mgr	mgr	mgr
Terre superficielle	0,12	0,36	0,36
La même avec addition de 110^{gr} d'eau	0,12	0,61	0,61
Terre profonde	0,14	0,42	0,55
La même avec addition de 110^{gr} d'eau	0,14	0,27	0,49
La même avec addition de 110^{gr} d'eau et 110^{gr} de craie	0,14	0,71	0,76

» Une autre série d'expériences, faite au mois de juin, avait fourni des résultats tout à fait analogues.

» Observons que l'émission d'ammoniaque par cette terre, qui n'avait subi aucun lavage depuis un certain temps, était beaucoup plus marquée qu'avec la terre récemment lavée par des pluies prolongées. Elle s'est accrue avec le temps, avec l'addition de l'eau, avec l'addition du carbonate de chaux : ce qui s'explique, l'eau et le carbonate calcaire ayant pour effet d'accélérer la décomposition lente des principes amidés.

» 5. Un échantillon de la même terre, pulvérisé, tamisé et séché d'abord à l'air, ce qui avait dû y faire disparaître à peu près l'ammoniaque libre, en a régénéré ensuite lentement quelques doses, pendant une conservation de quelques mois, dans un flacon fermé.

» Au bout de ce temps, un dosage opéré à l'aide d'un courant d'air, comme dans l'expérience n° 1, sur 1^{kg} (supposé sec), a fourni : $0^{mgr},035$.

» Ces expériences manifestent et précisent la propriété que la terre végétale possède d'émettre spontanément de l'ammoniaque, en raison de la décomposition lente, mais nécessaire, des composés amidés et ammoniacaux qu'elle renferme; décomposition accomplie à la fois sous l'influence des actions purement chimiques dues à l'eau, aux carbonates terreux et sans doute aussi sous l'influence des actions physiologiques, attribuables aux fermentations, aux microbes, à la végétation proprement dite, toutes causes

agissant continuellement dans la nature. On remarquera que cette émission résulte en grande partie de réactions non réversibles, c'est-à-dire non susceptibles d'être limitées par un équilibre résultant d'actions chimiques inverses.

Au début il n'existait pas d'ammoniaque dans l'atmosphère ambiante contenue au sein des flacons et vases clos renfermant ces terres; mais les expériences ci-dessus, telles que les n°s 1 et 5, montrent que l'ammoniaque a pu s'y former en très petite dose, sans être réabsorbée par la terre et à mesure, du moins en totalité; 10^{lit} de l'air mis en contact avec cette terre ont pris ainsi, dans les conditions susdites, 0^{mgr}, 035 d'azote ammoniacal. La présence de traces d'ammoniaque dans l'atmosphère ambiante n'empêche donc pas la formation de cet alcali dans la terre. L'on ne comprendrait pas d'ailleurs qu'elle l'empêchât, étant donnée la nature non réversible de plusieurs des réactions qui engendrent cet alcali. Tout au plus pourrait-il arriver qu'une partie de l'ammoniaque contenue dans l'atmosphère ambiante se combinât de son côté à certains principes de la terre, distincts de ceux qui en émettent : les deux phénomènes étant en partie indépendants l'un de l'autre, à cause du défaut d'homogénéité de la masse.

» Examinons maintenant jusqu'à quel point ces résultats sont applicables à une terre couverte de végétation. Un tel genre d'expériences est lent et délicat. Cependant les résultats obtenus nous semblent autoriser certaines conclusions, conformes d'ailleurs aux faits et aux déductions précédentes.

» Au milieu d'une petite prairie, couverte de gazon, on a déposé deux supports pareils, s'élevant un peu au-dessus de l'herbe et portant chacun une petite capsule à fond plat, renfermant un volume connu d'acide sulfurique titré très étendu. L'un des supports a été abandonné à l'air libre, avec la précaution de recouvrir la capsule la nuit et en temps de pluie, et d'y remplacer à mesure l'eau évaporée.

» L'autre support a été recouvert d'un vase de grès verni, de 0^{m}, 40 de diamètre, fortement appliqué sur la terre, de façon que ses bords enfoncés à une certaine profondeur isolassent aussi bien que possible le sol sous-jacent et l'herbe qui le couvrait de l'atmosphère extérieure.

» A l'aide de ces dispositions on pouvait comparer l'ammoniaque émise dans un espace confiné, par un sol couvert de végétation, avec l'ammoniaque susceptible d'être fournie à ce même sol par l'atmosphère illimitée, pendant une période de temps et dans des conditions de température pareilles. Seulement il convient de ne pas trop prolonger la première

expérience, afin d'éviter les effets dus à l'étiolement des plantes, qui risque de se produire au bout de quelques jours.

» Nous remarquerons que l'azote ne doit pas être estimé d'après la perte du titre de la liqueur acide. Cette évaluation fournit des résultats irréguliers et exposés à être excessifs, surtout au contact de l'air libre, à cause des apports dus aux poussières atmosphériques qui neutralisent l'acide pour leur propre compte. Ainsi, après sept jours, la perte de titre répondait à $0^{mgr},10$ d'azote ammoniacal, tandis que le dosage par distillation a fourni $0^{mgr},068$. Après dix-huit jours, la perte de titre d'un autre échantillon répondait à $0^{mgr},28$; le dosage par distillation fournissait seulement $0^{mgr},035$. Cette inégalité est moindre dans une atmosphère confinée, quoiqu'elle y soit pourtant encore sensible.

» Voici le poids d'azote ammoniacal réel, obtenu dans des expériences faites simultanément deux à deux (octobre 1886) :

	Air libre.	Atmosphère confinée.
	mgr	mgr
Premier essai : durée totale 7 jours..................	0,068	0,033
Deuxième essai, fait après le premier; durée 18 jours..	0,035	0,12

» Ainsi l'ammoniaque cédée à l'acide par l'atmosphère illimitée a varié d'une expérience à l'autre, sur le même point, et elle a été moindre dans la seconde que dans la première, malgré sa durée plus que double. Il n'y a donc pas proportionnalité nécessaire entre la durée du contact d'une même terre avec l'atmosphère, et la dose d'ammoniaque que celui-ci est susceptible de lui apporter; ce qui montre qu'un tel apport n'a pas lieu en vertu d'une tension régulière, et à peu près uniforme en tout temps, de l'ammoniaque diffusée dans l'atmosphère illimitée. Il est facile de concevoir qu'il varie, suivant les conditions incessamment variables des mouvements de celle-ci et des phénomènes météorologiques dont elle est le siège.

» Au contraire, dans une atmosphère confinée, la dose d'ammoniaque cédée à l'acide, c'est-à-dire l'émission de l'ammoniaque par la terre couverte de végétation, s'est accrue avec le temps; ainsi qu'on pouvait d'ailleurs s'y attendre. Cet accroissement, dû aux réactions qui se produisent dans une même masse de terre, a lieu avec la régularité d'une action naturelle, dont les conditions varient peu.

» Comparons maintenant les apports ammoniacaux de l'atmosphère illimitée aux émissions faites par le sol gazonné. Il convient d'observer d'abord que l'ammoniaque contenue dans l'atmosphère libre, située au-

dessus du gazon et absorbable par l'acide sulfurique, provient, au moins pour une portion, du sol gazonné lui-même. Or, dans les essais précédents, les apports d'ammoniaque dus à l'atmosphère ont surpassé l'émission de cet alcali par le sol, lors de la première série; tandis que l'émission a surpassé au contraire les apports dans la seconde série. Si l'origine de l'ammoniaque trouvée dans l'atmosphère superposée vient en partie des régions plus lointaines dans le premier cas; dans le second, l'émission de cet alcali par la terre gazonnée pourrait suffire, à la rigueur, pour en expliquer la présence dans l'atmosphère voisine.

» La même observation s'applique à l'ammoniaque relativement abondante contenue dans les rosées : elle vient en partie du sol; au même titre d'ailleurs que l'ammoniaque des brouillards et des neiges condensés à la surface des villes tire surtout son origine des vapeurs émises par les habitations humines. En tout cas, dans nos expériences, il n'y a pas eu corrélation nécessaire entre la tension variable de l'ammoniaque, au sein d'une atmosphère illimitée, et l'émission de cet alcali par le sol gazonné; les deux actions, en fait, se sont exercées indépendamment l'une de l'autre; on pouvait prévoir d'ailleurs qu'il en serait ainsi, en raison de l'indépendance théorique des causes qui déterminent chacune de ces actions. »

BOTANIQUE. — *Sur les cellules qui existent à l'intérieur des canaux du suc propre du* Brucea ferruginea; par M. A. TRÉCUL [1].

« Je viens m'accuser d'une faute d'interprétation, qui fait tache à la fin de ma dernière Communication (p. 1038 de ce Volume). Cela est d'autant plus regrettable que, dans ce travail et dans mes deux Communications précédentes, se trouve en réalité la solution de l'importante question des laticifères. La faute dont il s'agit consiste dans l'opinion que j'ai émise sur l'origine des cellules, qui se développent à l'intérieur des canaux à suc propre du *Brucea ferruginea,* étudiés dans des rameaux de cinq à dix ans.

» Ces canaux sont disposés au pourtour de la moelle, soit en opposition avec un faisceau fibrovasculaire, soit près de l'un des côtés des faisceaux, soit vis-à-vis d'un rayon médullaire secondaire. Ils naissent du tissu des

---

[1] Cette Note fut présentée, le 2 mai, à M. le Secrétaire perpétuel; mais elle ne put être publiée, la séance ayant été levée avant la lecture de la Correspondance.

cellules assez étroites et assez courtes ici de ce que l'on a appelé l'*étui médullaire*.

» Aux endroits signalés, un groupe ou faisceau de cellules plus petites, disposées d'abord sans régularité, se forme par la division de celles que je viens d'indiquer. Puis, certaines cellules de ce petit groupe s'élargissent radialement par rapport au centre de ce groupe; d'autres ne le font qu'un peu plus tard. Ces cellules élargies, souvent déjà notablement épaissies, se partagent par de minces cloisons transversales, perpendiculaires au rayon du groupe. Il en résulte des séries horizontales de cellules comprimées, c'est-à-dire dont le petit diamètre est parallèle au rayon. Ces cellules, égales en longueur aux cellules-mères, sont oblongues et ponctuées. C'est au milieu des faisceaux ainsi constitués que vont être produits les canaux du suc propre.

» Ces canaux ne débutent point par un simple méat formé par l'écartement des cellules, comme cela a lieu d'ordinaire. Quand le faisceau de cellules oblongues est arrivé à un certain développement, une des cellules centrales devient fauve et se liquéfie, au moins la couche d'épaississement; car il est possible, ainsi qu'on va le voir, que la membrane primaire persiste et qu'elle soit masquée par les globules ou gutticules du liquide fauve produit. Une deuxième, une troisième cellule, etc. se comportent de même.

» Quand la cavité est notablement agrandie, on peut voir une ou quelques-unes des cellules qui la bordent se dilater; leur membrane se conduit alors diversement. D'ordinaire, cette membrane devient fort mince, et trois, quatre ou cinq de ces cellules, inégalement dilatées, occupent toute l'aire de la cavité; parfois l'une d'elles l'occupe seule presque tout entière. Quand les canaux sont plus larges, le nombre des cellules à parois minces qui les remplissent est plus considérable.

» D'autres fois, au pourtour du canal, on observe une ou quelques cellules qui se dilatent et qui, néanmoins, conservent leur membrane épaisse et ponctuée. Des cellules plus externes qu'elles, subissant la modification précédente, ces cellules dilatées et à parois épaisses peuvent se trouver entourées par la couleur fauve ou jaune du suc libre ou inclus dans des cellules, tout en conservant leur contenu parfaitement incolore. Plus tard, leur désorganisation commence. Fréquemment celle-ci ne débute pas sur tout le pourtour en même temps. Sur une partie de leur étendue, la membrane semble s'amollir, devient homogène, ses ponctuations s'effaçant; les couches secondaires se dissolvent graduellement, et bientôt la cellule

est réduite à une pellicule d'une extrême ténuité qui, elle-même, peut être dissoute.

» Je vais examiner maintenant les cas qui m'ont inspiré l'idée de la formation des utricules, contenues dans les canaux, directement par le suc jaune.

» Je viens de dire que, dans certains canaux, des cellules très agrandies, mais à parois épaisses et ponctuées, parfois en grand nombre, puisqu'elles remplissent presque complètement la partie visible d'un canal donné, sont entourées par la couleur fauve ou jaune du suc de cellules pariétales dissoutes ou seulement modifiées, tandis qu'elles-mêmes ne renferment qu'un suc tout à fait incolore, comme celui des cellules des tissus environnants. Il en est tout autrement dans d'autres canaux. Ceux-ci, quelquefois très larges, sont entièrement pleins d'utricules à parois minces, qui contiennent un suc jaune, homogène, épais ou mou, ayant plus tard un aspect résineux.

» Dans ce cas, on pourrait croire que ce soit tout le contenu liquide du canal, qui se divise en cellules, c'est-à-dire, en petites masses de grandeur et de forme variables, séparées par des membranes minces. Dans quelques canaux, de ces petites masses sont parfois isolées par la préparation. On y peut alors voir la fine membrane marquée de ponctuations. Ce sont de ces cas qui m'ont fait croire à la formation de cellules par le suc propre. Mais, dans plusieurs de ces canaux, je remarquai que le suc jaune n'existe pas seulement dans les délicates cellules qui remplissent la cavité; je vis que quelques cellules pariétales des plus internes, au lieu de rester incolores comme elles le sont à l'état normal, prennent, même avant de perdre leur forme oblongue de cellules pariétales, la teinte jaune et l'aspect homogène du contenu des cellules qui emplissent le canal. D'autres cellules, encore adhérentes à la paroi du canal, tout en faisant encore partie d'une série horizontale de cellules pariétales, sont grandement élargies et pleines aussi de suc jaune. On peut en apercevoir également, avec un contenu semblable, qui sont en voie de division. Certaines d'entre elles, considérablement étendues transversalement, s'étaient partagées en deux par une cloison horizontale, d'où il résultait deux cellules rectangulaires, dont l'une était déjà subdivisée par une cloison verticale. Toutefois, la généralité de celles qui existent dans le canal paraissent être restées indivises et être seulement dilatées.

» On est conduit à conclure de ce qui précède, que toute la colonne jaune, dans les canaux dont il s'agit, a été constituée par la modification de cellules pariétales.

» Si l'on compare ces canaux à suc propre avec les canaux ordinaires, nés d'un méat agrandi, on peut dire que, dans ceux-ci, les cellules sécrétantes versent dans le canal le produit de leur sécrétion, tandis que dans les canaux du *Brucea ferruginea,* mentionnés ici, ce sont les cellules sécrétantes modifiées et pleines de suc jaune, qui occupent toute la cavité du canal.

» Il est bien entendu que je ne prétends pas que le contenu des canaux soit toujours ainsi constitué, et que le suc n'y soit jamais libre des cellules qui l'ont sécrété. Je conserve un assez bel exemple qui montre, au contraire, du suc libre et du suc renfermé dans des cellules.

» On peut se demander maintenant ce que deviennent ces colonnes plus ou moins larges, composées d'utricules pleines d'un beau suc jaune pâle et homogène. Je ne voudrais rien affirmer encore à cet égard ; il me faudrait pour cela avoir à ma disposition des canaux ou des rameaux plus âgés. Je dirai seulement que je possède des coupes longitudinales et des transversales de canaux dans lesquels l'ensemble des cellules, d'abord jaune, devient incolore. La plupart de ces cellules ont perdu une plus ou moins grande partie de la substance qui leur communiquait leur couleur jaune ; il ne reste souvent plus qu'une partie minime de cette substance, qui est alors hyaline et d'apparence résineuse.

» Il serait intéressant de s'assurer, sur des parties plus âgées de l'arbrisseau, si le parenchyme décoloré, renfermé dans les canaux, est réellement persistant, comme il le semble d'après une de mes préparations, et s'il accomplit son rôle physiologique en abandonnant tout son contenu.

» Je ferai remarquer, en terminant, que l'on peut trouver, sur les mêmes coupes transversales, des canaux à des âges très divers, depuis la naissance, dont j'ai indiqué plus haut le mode, jusqu'à l'état le plus avancé de leur développement. Cela engage à penser que les canaux les plus vieux, dont les fonctions se ralentissent ou cessent par l'émission complète de leur suc, sont successivement remplacés, suppléés par de plus jeunes en voie d'accroissement.

» On se demande jusqu'à quel point cette succession des canaux est réalisée; mais cette vérification et celle dont je viens d'exprimer le désir sont aujourd'hui impossibles à Paris, la plante étant extrêmement rare.

» Ces divers faits paraissent s'ajouter à ceux que j'ai déjà cités, pour appuyer mon opinion sur l'utilisation des sucs propres en général, par les plantes qui en sont pourvues.

» *Remarque.* — En comparant ma description actuelle avec ce que j'ai

dit le 12 avril (p. 1039), le lecteur pourrait être surpris de ne pas trouver, mentionnées ici, les lignes transversales, quelquefois grandes, que j'ai signalées, à diverses hauteurs, dans certains canaux. En voici l'explication : Les cellules oblongues du faisceau constituant le canal, étant disposées en séries horizontales superposées, il arrive assez fréquemment qu'après la dissolution des cellules, la ligne suivant laquelle deux séries de cellules se superposaient, reste marquée par un linéament très ténu, qui représente vraisemblablement la membrane primaire commune aux côtés correspondants de ces cellules. Les lignes obliques et les lignes dont chaque tronçon du contenu du canal est divisé sans régularité, en différents sens, sont produites par les parois fort amincies de cellules très dilatées, irrégulièrement agrandies, ou même en partie dissoutes. — *Dans l'idée de canaux formés par l'agrandissement de méats intercellulaires, où les cellules pariétales versent leur suc*, tels qu'ils sont ordinairement connus, on arrive aisément, avec des matériaux insuffisants et très rares, à considérer les cellules à fine membrane et de forme très différente de celle des cellules pariétales, comme de jeunes cellules nouvellement formées, etc. C'est là une faute, sans aucun doute, mais elle se comprend, quand on n'a pas tous les éléments de la démonstration. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une découverte de M.* James Hammond *relative à une certaine série de nombres qui figurent dans la théorie de la transformation Tschirnhausen;* par M. SYLVESTER.

« On peut se proposer le problème suivant :

» *Étant donné un quantic, le faire disparaître en exprimant chaque variable comme une fonction linéaire et homogène de deux variables.*

» Si le nombre des variables dans le quantic est suffisamment grand, quel que soit son degré n, ce problème peut s'effectuer au moyen d'un système auxiliaire d'équations, tel que pour résoudre le système on n'aura jamais occasion de résoudre une équation d'un degré supérieur à n.

» En nommant N le nombre minimum des variables nécessaire pour que cela soit possible, cette question se présente : *trouver la valeur de* N *pour une valeur donnée de n.*

» Par exemple, pour $n = 2$, on voit bien que N est 4.

» Pour $n = 3$, on peut démontrer que N est 6; pour $n = 4$, $N = 11$, etc.

» Mais on peut imposer une condition plus rigoureuse sur le caractère

du système auxiliaire d'équations qui aura l'effet d'augmenter la valeur minimum N. On peut exiger que le type du système auxiliaire d'équations sera *le plus simple possible* ou, comme je préfère le dire, sera d'*un poids minimum*. Le poids d'une équation dépend seulement de son degré i et peut être pris égal à ρ^i, où ρ est une constante indéfiniment grande. De plus, le poids d'un système d'équations peut être défini comme étant la somme des poids des équations individuelles qu'il contient.

» On a ainsi un criterium exact pour déterminer lequel des deux systèmes a son poids inférieur à celui d'un autre; le terme *poids minimum* devient exempt de toute ambiguïté, et l'on comprend ce que veut dire le système d'équations le plus simple d'un nombre quelconque de tels systèmes.

» Avec la première définition de N, ses valeurs successives seront

$$3,\quad 4,\quad 6,\quad 11,\quad 45,\quad 906,\quad 409182,\quad 83762797735,\quad \ldots.$$

» En imposant la condition la plus rigoureuse, on obtient la série moins transcendante

$$3,\quad 4,\quad 6,\quad 12,\quad 48,\quad 924,\quad 409620,\quad 83763206256,\quad \ldots.$$

que je nommerai E_0, E_1, E_2, E_3, ...

» En diminuant ces derniers chiffres de l'unité, on trouve la série de nombres

$$2,\quad 3,\quad 5,\quad 11,\quad 47,\quad 923,\quad 409619,\quad 83763206255,\quad \ldots,$$

dont les six premiers ont été calculés par Hamilton (voir *Report of* 6th *Meeting of British Association*, p. 346-347; 1837).

» Hamilton a, en effet, montré que le degré d'une équation algébrique, étant pris successivement égal à 2, 3, 5, 11, 47, ..., on peut, par la méthode dite *de Tschirnhausen*, la transformer dans une autre où 1, 2, 3, 4, 5, ... termes consécutifs, après le premier, manquent, sans avoir occasion de résoudre aucune équation au-dessus des degrés 1, 2, 3, 4, 5, ... respectivement.

» J'ajoute que le système d'équations auxiliaires, auquel on parvient par la méthode qu'il emploie, sera *du type le plus simple possible*. Si, pour ôter i termes consécutifs, on voulait se borner à la seule condition de n'avoir pas à résoudre une équation au-dessus du degré i, alors, au lieu des nombres 2, 3, 5, 11, 47, ..., on aurait les nombres plus transcendants 2, 3, 5, 10, 44, ... C'est la série 2, 3, 5, 11, 47, ... que je nomme les

nombres de Hamilton, et que je désigne par H_0, H_1, H_2, H_3, H_4, ... Pour les obtenir (ou plutôt leurs différences) par la méthode de Hamilton, on a besoin de construire un triangle de chiffres (*voir* mon Mémoire dans le *Journal de Kronecker*, t. C, p. 477).

» Mon collaborateur, M. James Hammond, a trouvé un très beau théorème pour déduire les N immédiatement et successivement les uns des autres, sans introduire de nombres étrangers.

» En se servant de $\beta_r(q)$ pour représenter $\frac{q(q-1)\ldots(q-r+1)}{1.2\ldots r}$, il a trouvé la formule vraiment remarquable

$$H_i = 2 + \beta_2(H_{i-1}) - \beta_3(H_{i-2}) + \beta_4(H_{i-3}) - \ldots.$$

» A ce théorème, j'ajoute comme corollaire une formule qui se rapporte à la série de nombres E (qui ne sont autre chose que les nombres H, augmentés chacun de l'unité), qui est bonne pour toutes les valeurs de r supérieures à l'unité,

$$\beta_0(E_r) - \beta_1(E_{r-1}) + \beta_2(E_{r-2}) - \ldots + (-)^r\beta_r(E_0) = 0,$$

c'est-à-dire

$$E_{r-1} = 1 + \beta_2(E_{r-2}) - \beta_3(E_{r-3}) + \ldots + (-)^r\beta_r(E_0).$$

Par exemple,

$$1 - \frac{4}{1} + \frac{3.2}{1.2} = 0,$$
$$1 - \frac{6}{1} + \frac{4.3}{1.2} - \frac{3.2.1}{1.2.3} = 0,$$
$$1 - \frac{12}{1} + \frac{6.5}{1.2} - \frac{4.3.2}{1.2.3} = 0,$$
$$1 - \frac{48}{1} + \frac{12.11}{1.2} - \frac{6.5.4}{1.2.3} + \frac{4.3.2.1}{1.2.3.4} = 0,$$
$$1 - \frac{924}{1} + \frac{48.47}{1.2} - \frac{12.11.10}{1.2.3} + \frac{6.5.4.3}{1.2.3.4} = 0,$$

» C'est par la méthode de fonctions génératrices que M. Hammond a réussi à établir cette échelle de relation entre les nombres de Hamilton, lequel évidemment n'avait pas le moindre soupçon de l'existence d'une échelle pareille.

» Si l'on prend les différences des nombres de Hamilton, on obtient la série 1, 2, 6, 36, 876, ..., qu'on peut nommer h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, ... On savait déjà par démonstration que $h_{i+1} \div h_2^2$ est plus grand que $\frac{1}{2}$ pour toute

valeur finie de i et avec certitude morale que ce rapport devient $\frac{1}{2}$ quand i est infini. Avec la formule de M. Hammond, on peut donner une démonstration rigoureuse de ce dernier fait et en même temps établir ce nouveau théorème : $H_{i+1} \div H_2^2$ *est plus petit que* $\frac{1}{2}$ *pour toute valeur de* i *finie et plus grande que l'unité et égal à* $\frac{1}{2}$ *quand* i *est infini.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'enregistrement de l'intensité calorifique des radiations solaires.* Note de M. **A. Crova.**

« La discussion des courbes obtenues avec mon enregistreur actinométrique [1] m'a permis d'apprécier plus exactement la valeur des méthodes employées pour la détermination de l'intensité calorifique des radiations solaires, et d'étudier les causes des variations diurnes et annuelles de l'absorption atmosphérique.

» Les fluctuations de l'intensité de la radiation solaire m'ont montré la nécessité d'adopter pour les mesures absolues une méthode qui n'exige qu'une exposition aussi courte que possible de l'actinomètre aux rayons solaires; mon actinomètre n'exige qu'une minute d'exposition au soleil, et l'on peut réduire cette durée à une demi-minute sans nuire à sa précision ; des déterminations fréquentes faites avec cet appareil permettent de repérer sur les ordonnées de la courbe de l'enregistreur des valeurs absolues dont quelques-unes peuvent coïncider avec une partie peu accidentée de la courbe ; ce sont ces dernières seules que nous adoptons pour l'étalonnage des ordonnées en calories.

» La méthode statique appliquée à la détermination de l'intensité de la radiation solaire ne peut fournir de résultats exacts qu'à la condition que la valeur en eau du réservoir thermométrique ou du disque actinométrique qui reçoit la radiation à mesurer ait une valeur en eau pratiquement négligeable; alors seulement leurs variations peuvent suivre fidèlement les fluctuations de la radiation solaire ; dans le cas contraire, les ascensions rapides de la radiation, qui sont les plus importantes à noter, subissent une diminution d'amplitude et un retard d'autant plus grands que la masse du corps thermométrique est plus grande ; la courbe s'uniformise, et les maxima successifs se dépriment au point de disparaître complètement.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CI, p. 418.

» Pour me rapprocher le plus possible de cette condition théorique, et pour augmenter la sensibilité de l'enregistreur, j'ai cherché à diminuer la valeur en eau et à augmenter le potentiel du disque actinométrique; dans ce but, j'ai substitué au disque fer-cuivre un disque fer-maillechort d'une épaisseur totale de $0^{mm},2$ et de 10^{mm} de diamètre; son poids est de $0^{gr},125$ et sa valeur en eau de 12^{mgr} environ. Dans ces conditions, on obtient, en donnant au circuit une résistance convenable, telle sensibilité que l'on désire; j'ai adopté, autant que possible, une valeur de 60^{mm} par calorie.

» Les courbes obtenues présentent, par des journées froides et sèches et par un ciel pur, principalement le matin, et quelquefois le soir, une allure peu accidentée qui permet de calculer leur formule; par les temps humides, chauds et calmes, les oscillations sont telles qu'en se superposant elles donnent de larges bandes noires à bords estompés, non accessibles au calcul.

» Il était important de s'assurer si les excès thermométriques du disque actinométrique sont assez faibles pour que l'on puisse admettre leur proportionnalité, d'après la loi de Newton, avec les vitesses de refroidissement. Dans ce but, j'ai déterminé le potentiel de l'élément actinométrique en circuit ouvert, ou bien fermé, quand il est compliqué de l'effet Peltier, pour une différence de température de 1°, afin de pouvoir calculer l'excès thermométrique du disque actinométrique pendant son exposition à la radiation solaire.

» Un élément identique à celui de mon enregistreur a été recourbé de manière que chacun des deux disques vint s'appliquer dans toute son étendue contre les réservoirs cylindriques de deux thermomètres calorimétriques plongeant dans deux petits calorimètres remplis de pétrole, dont les températures étaient connues à moins de $\frac{1}{100}$ de degré près.

» Le fil de maillechort d'un potentiomètre est traversé par le courant d'un élément Daniell dont la résistance intérieure, mesurée avant et après l'expérience par la méthode de Mance, était constante et égale à $5^{ohms},5$, ou mieux d'un accumulateur d'une capacité de 40 ampères-heure chargé à saturation, dont la résistance intérieure varie entre $\frac{2}{100}$ et $\frac{3}{100}$ d'ohm; nous avons montré (¹) que, pour des débits très faibles, ces accumulateurs donnent pendant plusieurs heures un potentiel remarquablement constant.

(¹) Crova et Garbe, *Sur les régimes de charge et de décharge des accumulateurs* (*Comptes rendus*, t. CI, p. 243).

» Le courant traverse une boîte de résistances, un galvanomètre qui permet de vérifier sa constance, et le fil en maillechort d'un potentiomètre de 1^{m} de longueur, dont la résistance est $0^{ohm},25$.

» En réglant convenablement la résistance de la boîte, on arrive facilement à obtenir aux deux extrémités du fil du potentiomètre une différence de potentiel égale à 250 microvolts, ou à 0,25 microvolt par millimètre. Il suffit alors de fixer l'un des pôles du couple actinométrique au zéro du potentiomètre, et d'abaisser sur un point du fil une clef communiquant à l'autre pôle ; un galvanomètre très sensible placé dans le circuit indique la position pour laquelle a lieu l'équilibre des potentiels.

» Par cette méthode, j'ai obtenu pour la valeur du potentiel de mon élément actinométrique 24,1 microvolts pour une différence de température d'un degré entre les deux soudures.

» La formule de M. Tait (¹) donne pour cette valeur 22,12 microvolts; la différence s'explique par l'emploi que j'ai fait de l'ohm légal, et surtout parce que le fer, et surtout le maillechort dont la composition peut varier, ne sont pas rigoureusement comparables entre eux. L'élément fer-cuivre donne seulement 11,5 microvolts.

» De nombreuses déterminations de potentiel, faites sur l'actinomètre exposé à la radiation solaire dans des circonstances rigoureusement identiques à celles dans lesquelles se fait l'enregistrement, m'ont conduit aux conclusions suivantes :

» 1° L'indication du potentiomètre subit les mêmes fluctuations que le courant qui trace la courbe photographique ; quand la courbe présente des oscillations, la longueur du fil qui donne l'équilibre des potentiels varie continuellement, et il est presque impossible de déterminer la longueur de fil qui ramène le galvanomètre au zéro, tandis qu'avec une source constante de radiations l'équilibre une fois atteint est permanent.

» 2° Il est facile, par un choix convenable de résistances, de donner à la méthode du potentiomètre telle sensibilité que l'on veut, et de représenter une calorie par une longueur de fil de $0^{m},50$ par exemple.

» 3° L'excès thermométrique du disque actinométrique exposé à la radiation solaire transmise par le dernier écran de mon enregistreur, dont l'orifice a 5^{mm} de diamètre (le diamètre du disque étant de 20^{mm}), est de $0°,541$ pour une calorie (reçue par minute sur 1^{cq}) ; dans les cas ex-

(¹) *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* (1871-72).

trêmes, où la radiation atteint $1^{cal},4$, ce qui arrive quelquefois par de belles journées, l'excès thermométrique est toujours inférieur à 1°.

» La méthode d'observation par le potentiomètre est donc rigoureuse, puisque, dans ces conditions, la loi de Newton est rigoureusement applicable; la méthode d'enregistrement par le galvanomètre l'est à plus forte raison, l'excès thermométrique et le potentiel étant moindres à cause de l'effet Peltier.

» Il est facile, au moyen de deux fils mis en dérivation sur le circuit de l'enregistreur, de mesurer le potentiel pendant que la courbe se trace, et d'obtenir la courbe dont les ordonnées représentent les excès thermométriques du disque en centièmes de degré, dont les valeurs sont proportionnelles à celles de la courbe photographique.

» Je me propose de communiquer prochainement à l'Académie la méthode que j'ai adoptée pour la discussion des courbes actinométriques, et son application à la détermination de la loi de l'absorption atmosphérique. »

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la multiplication des cellules de la moelle des os par division indirecte dans l'inflammation.* Note de M. V. CORNIL.

« Il n'est pas, en Anatomie pathologique, de sujet plus important que la multiplication des cellules, car on la rencontre au début de toute inflammation et de toute néoformation.

» J'ai étudié ce phénomène dans la moelle artificiellement enflammée du fémur du Cobaye (1). On y trouve trois variétés de cellules, dans les noyaux desquelles on observe les figures qui se rapportent à la division indirecte ou karyokinèse. Ce sont :

» 1° Des globules blancs ou cellules lymphatiques offrant leur dimension habituelle de 9 à 12 μ, et dont un grand nombre est en division indirecte suivant les modes indiqués par Flemming (2);

» 2° Des cellules sphériques appartenant en propre à la moelle et me-

---

(1) La technique de l'opération et des préparations sera publiée dans les *Archives de Physiologie*.

(2) *Studien über Regeneration der Gewebe.* Bonn, 1875.

surant de 20 à 40 μ de diamètre. Elles sont construites sur le même type que les cellules lymphatiques. A l'état statique ou de repos, leurs noyaux sont arborescents, en couronne, fragmentés, réticulés, en forme de rayons unis à leur centre, etc.

Grandes cellules de la moelle en karyokinèse.

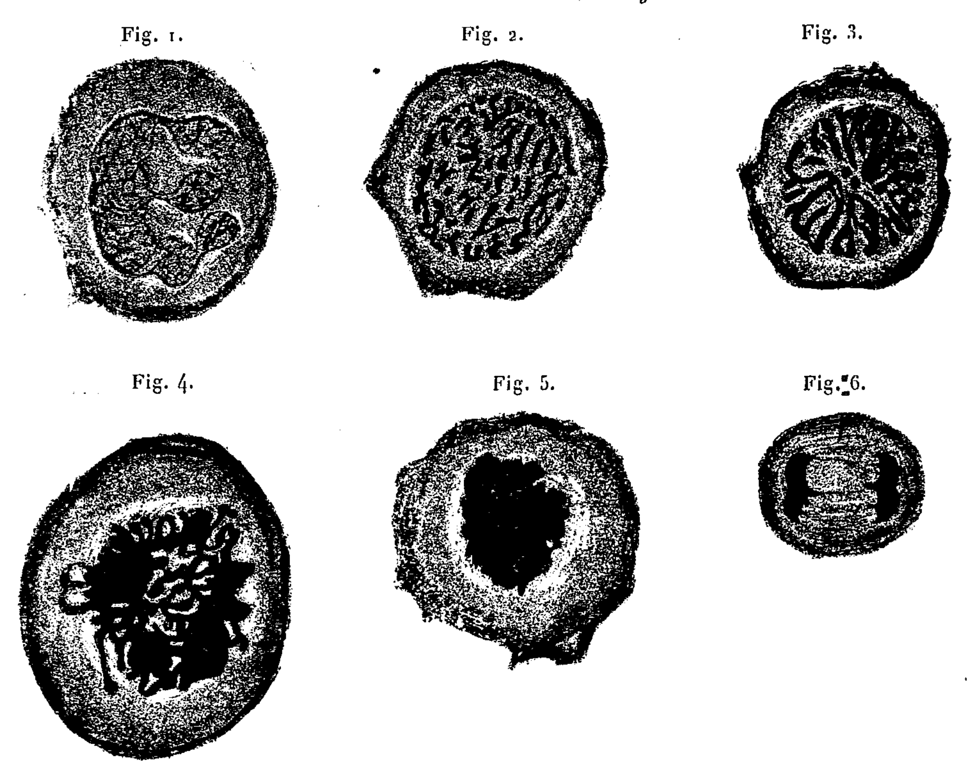


Fig. 1. — Cellule à l'état statique.
Fig. 2 et 3. — Isolement des filaments chromatiques.
Fig. 4. — Pelotonnement des filaments qui sont fortement colorés.
Fig. 5. — Plaque nucléaire équatoriale.
Fig. 6. — Division et écartement des plaques polaires réunies par un fuseau de filaments achromatiques.

(Grossissement Zeiss, objectif apochromatique, 2^{mm}; oc. 8.)

» Au début du processus de division, on voit des grains de nucléine, soit isolés, soit disposés sous forme de filaments chromatiques en réseau. Ces filaments affectent souvent une forme de couronne dont les fleurons extérieurs sont libres et saillants à la périphérie, tandis que des réseaux s'anastomosent à la partie centrale de la couronne. Ces réseaux ont été

vus et dessinés par Julius Arnold ([1]) et par W. Werner ([2]) qui, du reste, les attribuent à un processus spécial, différent de la karyokinèse.

» Après ces premières phases, la couronne du filament chromatique se rapproche du centre du noyau. Elle forme souvent un cercle dont le centre est vide, à petit rayon, et qui est hérissé à sa périphérie de vingt à trente fleurons filamenteux, minces, terminés par une extrémité libre arrondie, souvent renflée, très réguliers, comme une roue dentée. D'autres fois, le centre de cette figure est occupé par des filaments, ou bien le filament chromatique forme un réseau presque inextricable, enchevêtré, un peloton où l'on ne voit presque plus d'interstices clairs entre ses mailles. Il finit par se condenser en une boule, un peloton solide, homogène, entièrement coloré, dont le bord seul montre le relief des larges filaments qui le constituent. C'est là le pelotonnement ou la plaque nucléaire équatoriale.

» Après cette phase qui marque le milieu du processus, on observe la division de la plaque dont les deux parties s'éloignent aux deux pôles de l'ovoïde nucléaire. Sur beaucoup de cellules, il a été facile de voir les prolongements et grains chromatiques ou les filaments incolores qui constituent le fuseau intermédiaire aux deux plaques polaires.

» L'isolement complet des deux plaques polaires, leur pelotonnement, puis la séparation de la cellule en deux cellules plus petites, dont les noyaux restent fortement colorés, puis reviennent à l'état statique, telles sont les modifications ultérieures dont les spécimens sont nombreux et faciles à observer. On peut dire que le quart environ des cellules de cet ordre présente les modifications habituelles de la karyokinèse.

» 3° Les grandes cellules de la moelle (myéloplaxes de Robin, plaques multinucléées, cellules géantes). Ces éléments, qui mesurent de 50 à 100 et même 200 μ, offrent beaucoup plus rarement des figures karyokinétiques. A l'état statique, ces grandes cellules représentent, avec de plus grandes dimensions, le même type que les précédentes. Leurs noyaux affectent les formes les plus variées. C'est tantôt un long boyau replié sur lui-même avec des renflements sphériques, ou bien un boyau nucléaire principal d'où partent des filaments grêles unis à d'autres renflements nucléaires. Ces noyaux ont souvent la forme d'une couronne fermée, d'autres fois celle d'une demi-couronne. Leur disposition échappe pour ainsi dire à la description. Parfois il existe dans une grande cellule deux ou trois noyaux

---

([1]) *Virchow's Archiv*, t. 93 et 97.

([2]) *Ibid.*, t. 106, p. 354; 1886.

arborescents. Ce qui distingue ces noyaux, au point de vue de leur structure à l'état statique, c'est qu'ils sont clairs et qu'ils montrent, dans leur intérieur, des filaments incolores et quelques grains irréguliers plus ou moins colorant de nucléine.

» Au début de la karyokinèse, la substance chromatique du noyau se réunit en gouttelettes isolées ou en filaments; le noyau se gonfle et, à la place d'un long boyau bourgeonnant, on voit d'abord un énorme noyau en forme de haricot ou de besace, avec deux renflements, et qui devient bientôt ovoïde ou régulièrement sphérique. Dans cette première phase, la nucléine se colore généralement moins que dans la suivante.. Elle prend des formes variables. Ainsi, l'on voit tantôt des grains de volume inégal, tantôt de petits tronçons de filaments courts, renflés ou coudés à la surface du noyau, divisés en deux ou trois branches, dont chacune se renfle à son extrémité; ces grains ou filaments sont un peu espacés les uns des autres. Ailleurs, les filaments et les renflements qui existent sur leur trajet forment des espèces de tourbillons irréguliers. D'autres fois, les filaments chromatiques sont disposés en forme de bandes ramifiées et en réseau, régulièrement espacées. Quelquefois, ces filaments rayonnent du centre du noyau et viennent former des extrémités libres ou des anses anastomotiques à sa périphérie. Dans toutes ces cellules, dont les noyaux sont devenus ainsi ovoïdes ou sphériques, la membrane limitante du noyau se voit encore au début de la karyokinèse; mais bientôt cette membrane disparaît; les rayons ou travées du filament chromatique constituent une figure très régulière, bien limitée à leur périphérie, en sorte que la forme globuleuse du noyau est très manifeste, d'autant plus que le protoplasme de la cellule offre autour de lui une zone claire. La figure du noyau mesure alors de 30 à 40 μ de diamètre ou même plus.

» Après cette période, les filaments deviennent plus colorés, plus nombreux, plus épais, par suite de l'accroissement de la nucléine; ils s'anastomosent et s'enchevêtrent; la figure qu'ils affectent est irrégulière; elle n'est plus nettement limitée à sa périphérie; elle peut atteindre 50 μ de diamètre; des mailles périphériques et de l'enchevêtrement des filaments, on voit émaner à l'extérieur, dans le protoplasma clair qui entoure le noyau, des saillies un peu renflées, des anses libres, des filaments assez longs terminés par un prolongement simple ou bifide, à extrémités renflées. C'est comme un peloton de fils embrouillés, plus ou moins serrés par places, dont les anses ou les extrémités débordent et qui sont fortement colorés.

» Cette période d'accroissement de la nucléine se termine, comme dans la série précédente, par la concentration complète des filaments, par une plaque équatoriale. Celle-ci est complètement colorée, sans interstices en son centre; sa surface est irrégulière, car elle présente le relief des filaments qui se sont agglomérés pour la constituer.

» A cette plaque équatoriale doivent succéder sa division transversale et l'éloignement des deux plaques polaires. Je dois avouer toutefois que je n'ai pas observé ce phénomène dans les cellules géantes, mais seulement dans des noyaux mesurant 30 μ dans leur plus grand diamètre. Dans ces éléments, on peut constater les deux plaques polaires offrant à leur bord interne de petits prolongements chromatiques et reliés par des filaments achromatiques. Pour ce qui est, du reste, du processus, on voit souvent, dans une grande cellule, deux noyaux dont la nucléine est à l'état de concentration comme dans les cellules dont les noyaux viennent de se diviser.

» Il résulte donc de ces observations que les cellules de la moelle, de volume moyen ou géantes, offrent souvent les mêmes modes de division karyokinétique que les cellules lymphatiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblements de terre du 23 février 1887. Heures de l'arrivée des secousses en dehors de l'épicentre.* Note de M. **Albert Offret**, présentée par M. Fouqué.

(Renvoi à la Commission des Tremblements de terre.)

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1150), je me suis occupé de la détermination des heures d'arrivée de la secousse principale le long de la côte de la Méditerranée, entre Marseille et Gênes.

» Dans le Tableau qui suit, j'ai réuni un grand nombre d'observations d'heures qui m'ont été obligeamment fournies pour la plupart dans les observatoires que j'ai visités.

Noms des observateurs.	Localités.	Distance kilométrique à l'épicentre.	I. Heures fournies par les sismographes ou les observations directes.	II. Heures d'horloges arrêtées.	III. Vitesse moyenne superficielle.	IV. Erreur possible provenant d'une erreur d'une minute.
MM.		km	h m s	h m s	m	m
Lasagna	Gênes	100	5.41.25	»	500	130
Monte	Livourne	190	5.42.25	»	710	130
Cecchi	Florence	270	5.45.25	»	610	90
Bertelli	Florence	270	5.44.25	»	700	90
Bertelli (G.)	Varlungo	270	5.44.17	»	710	90
Denza	Moncalieri	75	5.41.15	»	450	120
Schiaparelli	Milan	205	»	5.43. 4	670 (min.)	110
D'après M. Denza	Crémone	220	5.42.25	»	770	130
Id.	Plaisance	190	5.42.25	»	670	100
Pigorini	Parme	210	5.43. 1	»	700	100
Caturegli	Bologne	280	5.42.15	»	1100	180
Mugna	Forli	330	5.44.25	»	850	110
Goiran	Vérone	300	»	5.43.25	920	100
Bellatti	Spinea di Mestre	400	5.43.37	»	840	100
Tono	Venise	400	5.44.25	»	1040	140
Caraly, employé de la maison P. Garnier, à Grenoble	Grenoble (gare)	220	»	5.42. 0	920 (max.)	180
	Côte Saint-André (gare)	260	»	5.42. 0	1083 (max.)	210
	Voiron (gare)	240	»	5.42. 0	1000 (max.)	200
	Saint-Maurice (gare)	200	»	5.42. 0	830 (max.)	170
	Saint-Julien (gare)	190	»	5.42. 0	790 (max.)	160
Soret	Genève	300	5.42.45	»	1050	180
Ekegren	Genève	300	»	5.42.57	1110	180
Forel	Morges	320	5.44.11 (1)	»	870 (min.)	130
D'après M. Forel	Le Locle	360	»	5.44. 0	1000 (min.)	140
	Le Locle	360	5.42. 9 (2)	»	1440 (max.)	280
	Chaux-de-Fonds	360	»	5.44. 3	990 (min.)	140
	Sonceboz	360	»	5.43. 0	1200	200
	Meyringen	310	5.43. 5	»	1010	160
	Zurich	400	»	5.45. 0	950 (min.)	140
	Bâle	400	»	5.43.52	1190 (min.)	180
Forster	Berne	340	5.43.50	»	970	140

» La colonne I renferme les heures fournies par les sismographes ou les observations directes.

» La colonne II renferme les heures des horloges arrêtées par la secousse.

» Toutes ces heures peuvent être considérées comme exactes à 1^m près, car elles proviennent d'horloges astronomiques ou de régulateurs soigneusement comparés.

» La colonne III contient les vitesses de propagation superficielle déduite pour chaque point de sa

(1) Fin de la secousse.

(2) Commencement des craquements.

distance à la partie moyenne de l'épicentre (¹) et du temps écoulé entre l'instant d'arrivée de la secousse en ce point et à Menton, $5^h 38^m$ (²).

» La colonne IV renferme l'erreur que produit en chaque cas une différence de 1^m dans la détermination de la différence des heures.

» Je crois devoir ajouter au Tableau précédent un Tableau analogue pour les heures des perturbations magnétiques signalées dans les différents observatoires et produites évidemment sous l'influence du tremblement de terre.

Appareils magnétiques.

MM. Noms des observateurs.	Localités.	Distance kilométrique à l'épicentre.	Heures des perturbations.	Vitesse moyenne superficielle.	Erreur possible provenant d'une différence de 2 minutes.
		km	h m s	m	m
André	Lyon	320	5.45. 0	760	170
Fines	Perpignan	450	5.45. 0	1070	240
Moureaux	Parc Saint-Maur	720	5.45. 0	1710	380
Descroix	Montsouris	720	5.45. 0	1710	380
Lancaster	Bruxelles	800	5.49. 0	1210	210
Buys-Ballot	Utrecht	920	5.48.30	1460	240
Whipple	Kew	1020	5.47.21	1820	170
Eschenhagen	Wilhemshafen	1000	5.50. 0	1390	200
Hann	Vienne (Autriche)	800	5.50. 0	1110	160
Muller	Pola (Istrie)	490	5.48. 0	810	130
João Capello	Lisbonne	1500	5.49.30	2070	220

» Ces perturbations magnétiques ont produit sur les courbes photographiques des interruptions très brusques, semblables à celles que produit un choc ou un courant électrique instantané.

» On peut leur attribuer deux causes, soit un mouvement transmis à l'appareil et le faisant fonctionner à la façon du pendule d'un sismographe, soit un courant électrique. Dans cette seconde manière de voir, il faut immédiatement éliminer l'hypothèse d'un grand courant unique produit au moment de la secousse et ayant fait sentir simultanément son action dans toute l'Europe. L'absence de concordance des heures des perturbations tranche immédiatement la question.

» On pourrait croire à la production en chaque lieu de courants causés par l'arrivée de la secousse. Si cette hypothèse était fondée, on pourrait encore se servir des perturbations magnétiques pour connaître l'heure de

(¹) *Comptes rendus*, p. 1150 de ce Volume.

(²) *Ibid.*

l'arrivée des secousses. Mais elle ne paraît pas justifiée. En effet, à Kew, Utrecht, Wilhemshafen, Pola et Vienne, quelques-uns des appareils magnétiques seuls ont été influencés, tandis qu'ils auraient dû l'être tous sous l'influence du courant.

» De plus, dans la partie centrale du tremblement de terre, où des courants de ce genre auraient dû exister en plus grand nombre et présenter leur maximum d'intensité, nous n'avons pu découvrir aucune trace certaine de leur passage.

» Dans de nombreux bureaux télégraphiques, à Antibes en particulier, où toutes les lignes étaient sur sonnerie, aucun tintement ne s'est fait entendre.

» Le seul fait à l'appui des courants locaux est celui qu'a récemment cité M. L. Soret ([1]). A Cannes, les clapets des abonnés du bureau téléphonique sont tombés, tandis que ceux qui n'étaient pas reliés avec un circuit fermé sont restés en place. Nous ferons remarquer que ces derniers clapets, ne fonctionnant pas d'habitude, ne sont pas réglés et que leur chute, sous l'influence des vibrations de la maison, est, par suite, plus difficile. De plus, à Nice, *aucun* clapet n'est tombé au bureau des téléphones.

» L'examen de ces deux Tableaux nous conduit à un résultat intéressant au point de vue théorique. Les vitesses qui y sont indiquées, quelque imparfaitement fixées qu'on les suppose, laissent apercevoir avec netteté le *sens* de leur variation de grandeur.

» Or *elles croissent avec la distance à l'épicentre*.

» Ce fait est en contradiction avec les idées admises jusqu'à présent par tous les savants qui se sont occupés de la détermination de la profondeur du centre d'ébranlement. En effet, partant de cette idée théorique que le sol est sensiblement homogène à une faible profondeur, et négligeant les variations de composition et de structure qui existent dans la partie superficielle de la croûte terrestre, on est arrivé à cette conséquence que les vitesses à la surface de la Terre devaient *décroître* avec la distance à l'épicentre, et Seebach en a déduit une construction géométrique conduisant à la détermination de la profondeur du centre d'ébranlement.

» Ainsi la partie superficielle de la croûte terrestre, dans laquelle la propagation se fait lentement, soit par suite de sa composition (alluvions du Pô), soit par suite de sa structure (plissements et failles des Alpes), n'est

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1088.

nullement négligeable. C'est à elle d'ailleurs qu'il faut attribuer la vitesse de propagation moindre du côté de l'Italie que du côté de la Suisse. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *A propos des méthodes employées pour rechercher une corrélation entre deux ordres de faits.* Note de M. **H. de Parville**, présentée par M. Cornu.

(Renvoi à la Commission des tremblements de terre.)

« Je demande la permission de répondre en quelques lignes aux observations présentées dans la dernière séance par M. de Montessus au sujet de ma Note sur une « corrélation entre les déclinaisons de la Lune et les tremblements de terre ». Dans cette Communication, je n'ai pas cherché à établir de relation entre les positions de la Lune et les nombreuses secousses qui se produisent presque continuellement sur les divers points du globe. J'ai appelé l'attention sur ce fait, qu'à des époques quelconques, pendant plus d'un siècle, les tremblements de terre bien caractérisés, ceux en quelque sorte de notoriété publique, c'est-à-dire dont la date est certaine et l'intensité bien définie, sont tous survenus exactement ou à un jour près aux mêmes déclinaisons. Dans ces conditions, la période lunaire étant de sept à huit jours, tous les tremblements de terre se groupent manifestement autour de repères fixes, et le parallélisme se poursuit sur un long intervalle. On ne saurait donc dire qu'il y a indétermination. La méthode des coïncidences est d'ailleurs gouvernée et contrôlée par la loi des erreurs fortuites. En effet, dans tout système d'observations où n'intervient pas une cause de perturbation systématique, la loi des erreurs fortuites est toujours la même. M. A. Cornu a fait connaître d'ailleurs, à ce sujet, un très élégant théorème, qui peut servir de criterium absolu.

» Si, au lieu de considérer des phénomènes espacés caractérisés par la hauteur exceptionnelle de leurs ordonnées, on envisage des faits quotidiens et nombreux, il va de soi que la méthode des simples coïncidences devient moins facilement applicable. Il est préférable d'avoir recours à la méthode indiquée par M. de Montessus : c'est la méthode classique des physiciens. Dans nos propres recherches, lorsqu'à la notion d'intensité ou de gravité des phénomènes nous avons substitué celle du nombre, nous avons, par la considération des poids, construit une courbe dont les crêtes correspondent bien aux équilunes et aux lunistices. Mais la détermination de l'équation nécessite ici un très grand nombre de documents,

et, malheureusement, ceux dont nous disposons sont relativement trop peu nombreux pour que, de ce côté, on puisse en inférer quelques conséquences légitimes.

» Quoi qu'il en soit, les deux méthodes ne s'excluent pas. La première, d'un usage plus facile, peut servir de procédé d'investigation préliminaire pour jalonner les grandes lignes et faire pressentir une relation qui, autrement, pourrait passer inaperçue. La seconde sert de contrôle et précise les conditions de la loi. Ainsi, M. de Montessus rejette, comme dépourvues de toute valeur, les statistiques d'Alexis Perrey. Elles ont cependant une valeur relative qu'il serait possible de fixer. En tout cas, elles semblent montrer que la corrélation entre les tremblements de terre et les *phases* est nulle ou à peu près. Le résultat, pour être négatif, n'en a pas moins son importance. De notre côté, nous avons trouvé environ 92 pour 100 de corrélations exactes entre les *déclinaisons* et les grands tremblements de terre. Ces deux résultats, en apparence contradictoires, se confirment au contraire l'un par l'autre et fournissent un argument inattendu en faveur de l'influence lunaire. En effet, les différentes phases de la Lune tournent autour des déclinaisons. Les déclinaisons supposées efficaces viennent à tour de rôle et successivement aux syzygies et aux quadratures. Il s'ensuit que les statistiques de Perrey ont pu grouper autant de résultats positifs que de résultats négatifs, et l'on trouve au total zéro, ce qui doit être dans l'hypothèse d'une action lunaire.

» En somme, et sans insister davantage, on serait sans doute mal fondé à avancer au point de vue absolu qu'une méthode est bonne ou mauvaise. Une méthode est bonne ou mauvaise selon l'usage que l'on veut en faire et les indications que l'on se propose d'en tirer. »

PHYSIOLOGIE. — *Étude des effets d'une commotion électrique ressentie pendant le tremblement de terre du 23 février.* Note de M. **Onimus**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission.)

« Le Ministre de la Guerre a transmis à l'Académie des Sciences une Note du lieutenant-colonel Benoît, directeur de l'Artillerie à Nice, sur le fait suivant qui s'est passé dans son service dans la matinée du tremblement de terre du 23 février, à $8^h 50^m$, c'est-à-dire au moment de la troisième secousse.

» Le gardien de batterie Muller, du fort de la *Tête-de-Chien*, était en communication télégraphique avec son collègue de la *Drette* pour rendre compte des effets des deux secousses de tremblement de terre ressenties le matin. Il manipulait debout, et tout à coup il ressentit une violente secousse qui lui fit abandonner le manipulateur et le projeta sur sa chaise, où il resta sans pouvoir remuer pendant quelques minutes. Le bras fut engourdi, et ce ne fut que vers le soir qu'il put reprendre une partie de ses occupations.

» Ce fait nous a paru très important, car il est excessivement rare (le hasard n'amenant pas facilement une personne en contact avec des fils télégraphiques enfouis dans le sol au moment précis d'un tremblement de terre); aussi nous avons cherché non seulement à le contrôler, mais encore à en préciser les détails.

» La première objection qui se présente à l'esprit, c'est le rôle que l'imagination a pu jouer dans ces phénomènes.

» Après avoir fait, pour ainsi dire, l'examen psychologique du soldat Muller, nous sommes convaincu de la précision des faits qu'il rapporte.

» Restait un autre point à examiner : c'est la possibilité de la transmission du courant électrique, car la manipulation du télégraphe n'établit aucun contact direct avec la personne, grâce aux pièces isolantes. Or, en lui faisant recommencer sa manipulation, on voit qu'il avait les deux doigts, l'index et le médian, en contact avec une partie métallique. En effet, la main droite était posée à dos, les doigts renversés, et le pouce seul appuyé directement sur le bouton isolant, les deux autres doigts servant de point d'appui sur la tige métallique de la manette.

» Enfin, on peut encore objecter que cette violente secousse est le résultat du choc imprimé par le tremblement de terre et non pas le résultat d'une commotion électrique. Cette objection serait très sérieuse si l'on pouvait croire à l'influence de l'imagination chez la personne atteinte. Mais, de plus, les autres faits qui ont eu lieu dans le moment même et surtout les faits postérieurs démontrent nettement qu'il ne s'agit pas là d'un simple ébranlement ou d'un choc mécanique, mais d'une action électrique. Au moment même où Muller voit le mur se soulever, il est jeté sur sa chaise, où il reste étendu pendant dix minutes, ayant, dit-il, une sorte d'éblouissement.

» En revenant à lui, pendant toute la journée, il lui semble être ivre, ses mouvements sont difficiles et pénibles, et le bras droit surtout est comme paralysé et atteint de douleurs vagues. Le sommeil a été bon dès la

première nuit, avec cette seule différence que, pendant plusieurs jours, dès qu'il se réveillait il croyait sentir un tremblement de terre.

» Actuellement, plus de deux mois depuis cette secousse, il éprouve à chaque instant, selon son expression, « les trémulations » dans le corps, mais surtout dans le bras droit. Tout exercice un peu prolongé du bras ou de la main, ne serait-ce que l'action d'écrire, amène rapidement comme une pesanteur et le bras lui fait mal. Il indique des points douloureux le long du nerf médian.

» La sensibilité a beaucoup diminué, car, à l'extrémité du doigt médian droit qui a été en contact avec le manipulateur, la sensation des deux pointes d'un compas n'a lieu qu'avec un écart de $0^m,10$, tandis que normalement il ne faut souvent que $0^m,01$ à $0^m,02$ d'écart,

» Au dynamomètre, quoiqu'il ne soit pas gaucher, le côté droit indique des chiffres bien inférieurs à ceux du côté gauche. Voici ces chiffres pris avec le dynamomètre dit *universel :* pour la main droite 29; pour la main gauche 35; pour les muscles du bras droit 47; pour les muscles du bras gauche 56.

» Depuis son accident, il souffre presque constamment de la tête, et ce qui nous a le plus frappé, c'est une légère chute de la paupière gauche, qui très souvent présente en même temps un spasme très prononcé.

» Nous ferons observer combien l'entre-croisement est nettement indiqué dans ce cas, car c'est le bras droit qui a reçu la commotion et ce sont le bras droit et le côté gauche de la face qui sont surtout atteints.

» Nous pouvons donc affirmer que c'est bien une forte commotion électrique que le gardien Muller a reçue au moment précis du tremblement de terre.

» Au point de vue médical, cette observation peut avoir quelque intérêt, mais elle nous paraît d'une importance exceptionnelle pour indiquer que les tremblements de terre sont accompagnés de forts courants électriques. D'autres phénomènes semblaient le démontrer, mais aucun ne le prouve aussi nettement et aussi sûrement que celui-ci, et c'est pour cela que nous avons tenu à lui donner une grande certitude. »

VITICULTURE. — *Sur les deux espèces de Phylloxera de la vigne.* Note de M. **A.-L. Donnadieu.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« On a confondu en une seule espèce deux formes qui présentent cependant des caractères nettement distinctifs et bien plus accentués que ceux qui ont permis d'établir, par exemple, dix espèces de Phylloxera sur les chênes, quinze espèces de Phylloxera sur les pacaniers, huit espèces de Pemphigus sur les pistachiers, vingt espèces de Pemphigus sur les peupliers, et ainsi de suite. Pour mieux mettre en relief les différences qui existent entre ces deux formes, j'adresse à l'Académie, à la suite de ce Mémoire, une série de photographies destinées à fournir la preuve la plus démonstrative possible.

» Je divise, suivant les trois catégories ci-après indiquées, les différences que j'ai observées entre les deux espèces de Phylloxera qui vivent en commensales sur la vigne et qui peuvent être distinguées par les noms de *Phylloxera vastatrix* (radicicole), *Phylloxera pemphigoides* (gallicole).

» 1° *Différences d'ordre anatomique.* — L'œuf des Insectes aptères est renflé dans le milieu et aminci aux deux extrémités dans le *Phylloxera vastatrix;* il est allongé, arrondi aux deux bouts et plus cylindrique, ainsi qu'un peu plus grand dans le *Phylloxera pemphigoides*. L'aptère qui éclôt de cet œuf est la forme qui présente le moins de différences entre les deux Insectes, surtout si on les examine peu après l'éclosion; cependant, on peut remarquer que les appendices sont, relativement au corps, un peu plus développés dans le *Phylloxera pemphigoides* que dans le *Phylloxera vastatrix;* mais, à mesure que les Insectes se rapprochent de l'état adulte, ils se différencient de plus en plus, et, lorsqu'ils sont arrivés à l'état de mère pondeuse, ils sont complètement différents en forme et en dimensions, ainsi que le constatent mes photographies. La mère pondeuse du *Phylloxera pemphigoides* se gonfle beaucoup, la peau s'étend, les tubercules disparaissent, et l'Insecte devient un véritable *sac à œufs*, ce que ne fait pas, dans les mêmes proportions, le *Phylloxera vastatrix*. Dans ce dernier état, il y a parfois une très grande différence entre les deux Insectes, et la ponte elle-même ajoute un élément de différenciation, car elle est souvent, dans le *pemphigoides,* jusqu'à dix fois plus considérable que dans le *vastatrix*. La nymphe du *vastatrix* est courte, rebondie et paraît plus ou moins trapue;

celle du *pemphigoides* est élancée, plus ou moins allongée et plus ou moins rétrécie dans son milieu; elle est, en outre, beaucoup plus grande. Ces différences n'avaient pas, d'ailleurs, échappé à de précédents observateurs. L'ailé est, dans le *Phylloxera vastatrix,* de dimensions plus petites que dans le *Phylloxera pemphigoides*. Il suffit de comparer les dimensions des ailes, dans mes épreuves photographiques, pour s'en convaincre. La différenciation porte à la fois sur la taille et sur la couleur; l'ailé du *pemphigoides* est le plus grand et le plus rouge. Enfin, il n'est pas jusqu'aux sexués eux-mêmes et à leurs œufs qui ne présentent entre eux quelques légères différences que la photographie accuse nettement. On ne saurait ici les attribuer à une préparation défectueuse, car les différentes pièces ont été disposées pour la photographie d'une façon identique.

» 2° *Différences d'ordre physiologique ou biologique*. — Quand, à l'état de nature, on fait tomber sur le sol, au pied des souches, les aptères des premières générations du *Phylloxera pemphigoides,* ils s'empressent d'employer tous leurs efforts à remonter le long des ceps jusqu'aux feuilles où ils cherchent à rentrer dans les galles déjà produites et, à leur défaut, ils provoquent la formation de nouvelles galles. Mais, si l'on répète l'expérience avec des aptères *prêts à se transformer,* on constate que, au lieu de remonter sur les feuilles, ils cherchent à s'enfoncer dans le sol, en n'importe quel point, et sans paraître rechercher les souches qui pourraient les y aider; d'autre part, si l'on secoue, sur les feuilles, des racines chargées de leurs aptères, on voit ces derniers errer quelque temps sur les feuilles, puis se laisser tomber, s'enfoncer dans le sol et se hâter de retourner aux racines; mais, *jamais, on ne verra un insecte des racines s'établir sur les feuilles et y former des galles*.

» J'ai renouvelé, autant de fois que je l'ai pu, ces expériences, que je trouve bien plus concluantes que celle des bocaux, où l'Insecte captif peut être forcé de se comporter tout autrement qu'il ne le fait dans la nature, et je n'ai jamais eu d'autre résultat.

» Lorsque l'on plonge dans l'eau les aptères des deux espèces, on constate que le *Phylloxera pemphigoides* ne peut vivre que quelques heures, alors que le *Phylloxera vastatrix* peut vivre plusieurs jours. Il en est de même lorsqu'on place ces deux Insectes dans un courant d'air auquel on mélange des vapeurs insecticides; la dose de ces vapeurs étant rendue légère, le phénomène est plus sensible et l'on constate une plus grande résistance en faveur du *Phylloxera vastatrix*.

» Le *Phylloxera vastatrix* ailé arrive de juillet à août dans un vignoble.

Les sexués qui en dérivent donnent l'*œuf d'invasion* qui éclot assez rapidement et, en octobre, on trouve sur la souche les aptères qui en sont issus. Ceux-ci, presque tous uniformes et destinés à l'hibernation, ont été bien remarqués et signalés par différents observateurs (entre autres MM. Faucon, Planchon, Lichtenstein, etc.), qui n'y avaient pas attaché d'autre importance. Une fois établi sur la souche, cet aptère s'y comporte ainsi que je l'ai précédemment expliqué, et il y prolifère tant que l'épuisement du cep n'amène pas la transformation en ailés. Le *Phylloxera pemphigoides* prend la forme ailée après son commensal. Les sexués qui en dérivent donnent cet œuf que l'on a appelé *œuf d'hiver,* dénomination qui serait impropre si elle s'appliquait au *Phylloxera vastatrix,* car l'œuf d'hiver, *quand il existe à l'état d'œuf d'hiver,* appartient au *seul Phylloxera pemphigoides.* Aussi, tous ceux qui le recherchent dans les vignobles non infestés de galles ne peuvent-ils le trouver, tandis que ceux qui le recherchent dans quelques vignes gallifères le trouvent assez facilement. Cet œuf est-il œuf d'hiver dans tous les cas, ou bien n'est-il ainsi que dans quelques cas spéciaux ou dans des localités privilégiées? Telle est la question qui me reste encore à résoudre. De cet œuf sort un aptère qui va toujours aux feuilles et forme les premières galles : ce fait est affirmé très catégoriquement par tous les observateurs, ce qui, forcément, devrait faire considérer les galles comme le *premier* moyen d'invasion. Or, partout, dans l'immense majorité des cas, on observe *tout le contraire,* et c'est précisément cette contradiction flagrante qui a fait rejeter, dans les principaux congrès viticoles, les discussions relatives à l'œuf d'hiver. Les insectes des premières générations gallicoles se disséminent sur les feuilles, forment de nouvelles galles et la production gallifère atteint rapidement son maximum d'intensité; mais alors, peu à peu, les galles se vident et les aptères pénètrent dans le sol où ils vont accomplir leurs transformations.

» 3° *Différences géographiques ou de localités.* — Il m'est impossible de résumer ici, comme je compte le faire ailleurs, les faits nombreux relatifs à la présence simultanée ou unique des deux Phylloxeras dans les différentes localités, tant d'Amérique que d'Europe, et, pour cela, je me contenterai, aujourd'hui, de renvoyer ceux que cette question intéresse à toutes celles des publications de M. Laliman qui se rapportent à ce sujet et dans lesquelles l'auteur met en parfaite évidence la dualité qu'il soutient depuis longtemps. Les faits, qu'il expose avec une si grande netteté, sont bien significatifs et permettent de conclure, avec lui, à cette dualité qui peut gêner, sans doute, les promoteurs de quelques expériences commencées,

mais qui, en échange, s'accorde avec mes observations et explique très bien d'autres expériences dont les résultats sont déjà acquis, ainsi que cela sera démontré. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Du rôle probable de la magnésie et de divers autres éléments dans la résistance des cépages français et américains au Phylloxera.* Note de M. **Al.-Cam. Dejardin**, présentée par M. Peligot.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'examen et la comparaison de plusieurs milliers de documents recueillis par nous, depuis plus de sept années, dans l'intention d'établir une statistique viticole du département du Gard, nous ont amené à reconnaître que la vigne française puisait dans certains milieux une faculté particulière de résistance aux atteintes du Phylloxera, et que cette résistance était souvent indépendante de la nature physique des sols où elle se produisait.

» Il nous a semblé que la classification des terrains *vitifères* suivant les formations géologiques auxquelles ils appartiennent mettrait peut-être en lumière la cause de cette résistance, en nous permettant de saisir l'origine commune des divers phénomènes constatés sur des points géographiques différents.

» Nous avons donc rapporté à leurs formations géologiques respectives tous les terrains sur lesquels nous avons fait des observations, et, quant à ceux que nous n'avons pu étudier nous-même (car le département du Gard ne compte pas moins de 350 communes), il nous a été facile de les comprendre dans cette même classification, grâce aux très remarquables Cartes géologiques de notre savant compatriote Émilien Dumas.

» Ce travail nous a permis d'établir la nomenclature suivante, dans laquelle le n° 1 sera attribué à la formation où la résistance des cépages français a été et est encore la plus accentuée, et ainsi de suite jusqu'au n° 10, qui sera donné à celle dans laquelle la résistance a été le plus faible :

Numéros.		Numéros.	
1.....	Granit.	5.....	Diluvium alpin.
2.....	Dolomies, dans toutes les formations.	6.....	Lias (oolithe).
3.....	Schistes, micaschistes, terrains de transition.	7.....	Grès vert.
4.....	Trias, keuper, marnes irisées.	8.....	Formations lacustres.
		9.....	Molasse coquillière.
		10.....	Néocomien.

» En possession de ces données nouvelles, nous avons cru devoir étudier comment s'étaient comportés et se comportaient encore, dans les divers sols, les cépages américains réputés résistants, et nous avons constaté que leur puissance de résistance et leur faculté d'adaptation avaient suivi et suivaient, dans toutes les formations signalées, des variations identiques à celles des cépages français, variations qui sont indiquées dans le Tableau précédent. Nous sommes donc amené à reconnaître que, partout où la vigne française lutte avec le plus de succès contre le Phylloxera, les cépages américains trouvent des milieux particulièrement favorables, ce qui tend à établir que la résistance de la vigne est liée à la présence de certains éléments dans le sol et dans le végétal.

» Nos études se précisant de plus en plus, nous avons cherché quelle était l'importance relative des éléments assimilables contenus dans les diverses formations signalées, et nous avons reconnu que l'azote, la magnésie, la potasse, le fer, le manganèse et l'acide phosphorique occupaient, dans celles qui figurent en tête de la nomenclature ci-dessus, un rang très différent de celui qu'ils avaient dans les autres. Étonné de la valeur nouvelle que prenaient à nos yeux certains éléments, la magnésie surtout, nous avons fait de cette base l'objet d'études plus spéciales, et nous avons pu établir : 1° que la magnésie occupe une place très importante dans tous les terrains dans lesquels la vigne française résiste et dans tous ceux où la vigne américaine se comporte le mieux ; 2° que sa proportion pour 100 dans les cendres de vignes américaines est un peu plus considérable que dans celles des *vinifera ;* 3° que sa présence est constante non seulement dans les cendres du cylindre ligneux et de l'écorce des racines, mais encore et surtout dans celles de la partie subéreuse ; 4° qu'elle est toujours entrée pour beaucoup dans les rares traitements qui ont prolongé l'existence des cépages français en leur permettant de vivre en dépit du Phylloxera.

» Nous regrettons que le cadre restreint de la présente Note ne nous permette pas d'indiquer la part que nous attribuons à d'autres éléments, notamment à l'azote, au fer, au manganèse et surtout à l'acide phosphorique dans les phénomènes de résistance. Cette étude sera l'objet d'une Communication ultérieure, dans laquelle nous ferons connaître aussi le résultat des expériences pratiques auxquelles nous nous livrons en ce moment, afin de savoir ce que nous révélera l'emploi judicieux des corps dont nos recherches nous ont signalé l'importance.

» En attendant, et vu l'état actuel de nos connaissances, nous croyons qu'il serait éminemment utile : 1° de s'assurer si les phénomènes de résis-

tance que nous avons constatés sur les diverses formations géologiques du département du Gard se sont produits et se produisent encore d'une manière identique dans les mêmes formations des autres départements et des autres contrées envahis par le Phylloxera; 2° de se livrer à de nombreuses expériences pratiques en employant soit du phosphate ammoniaco-magnésien, qui a l'avantage de contenir trois des éléments auxquels nous croyons devoir attribuer une importance capitale, soit des composts dans lesquels entreraient de l'azote, du fer, du manganèse, mais surtout de l'acide phosphorique et de la magnésie. »

VITICULTURE. — *Expériences physiologiques sur les vignes américaines et indigènes*. Note de M. **J. Rouffiandis**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai commencé, en 1883 et 1884, à Cognac, une série d'expériences comparatives sur la vie physiologique des divers cépages des Charentes.

» Je voulais expérimenter cette observation fort judicieuse de MM. Cornu et Planchon :

« La destruction des renflements radicellaires de la vigne n'est pas due à un venin déposé sur la radicelle : c'est un phénomène d'ordre végétatif ; la sécheresse paraît être l'une des causes déterminantes (1). »

» En 1883, je n'ai fait des essais de thermométrie que sur quatre cépages de Cognac et Segonzac, et sur deux solanées : la tomate et l'aubergine.

» Les expériences ont duré du 1er juillet au 30 septembre et elles ont abouti à cette première conclusion : résistance des plantes essayées à fumure ordinaire intense sur un sol argilo-calcaire, température variable de 25° à 60° sans compromettre la végétation ; les plantes étant arrosées tous les cinq jours.

» En 1884, j'ai repris la même série d'expériences. Les résultats ont été les mêmes, et en outre j'ai pu diriger une partie de mon attention sur l'influence de l'arrosage et de la fumure pour la nitrification des terrains qui avaient reçu les plantes (ceps, solanées, géraniums).

» Les résultats sur la capacité calorifique du sol ont toujours confirmé les résultats de l'année précédente. En outre, je pus constater que la ni-

(1) *Étude sur le* Phylloxera vastatrix ; par M. Max. Cornu, p. 181 ; 1873.

trification naturelle du sol sous l'influence de l'arrosage, de la pluie et même de la simple rosée, est un élément de vitalité pour toutes les plantes en expérimentation.

» Pour bien démontrer que mes résultats n'étaient pas dus à une cause fortuite de climat ou de sol, j'ai continué mes expériences à Montpellier en 1885 et 1886, et j'en ai conclu qu'une seule et même loi physiologique régissait les plantes expérimentées : cépages indigènes, cépages américains (riparia et jacquez), solanées (cinq espèces) : fraisiers, chrysanthème et pêchers de deux espèces. »

M. A. **Dubard** adresse, pour le concours des Arts insalubres, une Notice sur ses procédés de décortication des légumes secs.

(Renvoi à la Commission du prix des Arts insalubres.)

M. A. **Geneuil** adresse, pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie, un Mémoire imprimé et une Note manuscrite sur l'action de la solanine.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** informe l'Académie de son projet de publication des documents qui concernent l'histoire des grandes découvertes dues aux explorateurs français, et demande communication des dossiers que renferment les archives de l'Institut relativement au voyage de La Pérouse.

(Renvoi à la Commission centrale administrative.)

M. **Bouchard** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Paul Bert*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **Hayem** adresse à l'Académie la même demande.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Ch. Bouchard*, portant pour titre : « Leçons sur les auto-intoxications dans les maladies ». (Présenté par M. Charcot.)

2° La troisième édition du « Traité clinique et pratique des maladies des enfants », de F. Rilliet et E. Barthez; par MM. *E. Barthez* et *A. Sanné*. (Présentée par M. Charcot.)

M. **Bouquet de la Grye** présente à l'Académie des photographies de la Lune, obtenues à l'observatoire de Tacubaya (Mexique).

« M. Anguiano, directeur de l'observatoire national de Tacubaya (Mexique), offre à l'Académie et à l'Observatoire de très belles épreuves photographiques de la Lune, obtenues avec un réfracteur de $0^m,38$.

» M. Anguiano et son collaborateur M. Quintana désirent prendre part aux travaux de la Carte céleste, et ils demandent quelques épreuves de nébuleuses et d'étoiles, obtenues à l'observatoire de Paris, pour leur servir de types et de points de comparaison. »

GÉOMÉTRIE. — *Représentation géométrique des propriétés infinitésimales du premier ordre des complexes*. Note de M. **Henry Bourget**, présentée par M. Darboux.

« 1. Dans un Mémoire inséré au *Journal de Liouville* (t. XVII, 2e série; 1872), M. Mannheim a donné une représentation géométrique des propriétés infinitésimales du premier ordre des congruences. M. Kœnigs, dans sa Thèse, a annoncé la possibilité d'une pareille représentation pour les propriétés des complexes. Cette Note a pour but de montrer comment on peut effectuer cette représentation.

» 2. Nous employons la terminologie introduite par M. Kœnigs.

» Une corrélation anharmonique sur une droite peut se représenter en élevant au point central de la corrélation une perpendiculaire à la droite, égale au paramètre de distribution de cette corrélation. On obtient ainsi un point nommé *point représentatif*.

» Si l'on fait la même construction pour toutes les corrélations d'une droite appartenant à une congruence, on obtient, en portant ces longueurs dans un même plan, un cercle qui est le lieu des points représentatifs des

diverses corrélations et qui coupe la droite aux foyers de la congruence. Chaque congruence élémentaire possède un diagramme analogue.

» 3. Considérons une droite d d'un complexe. On peut toujours trouver sur cette droite un point O et un plan Π tels que, rapportée à ces éléments, toute corrélation du complexe appartenant à la droite satisfasse à la relation

$$n + p + \zeta \operatorname{tang} \alpha = 0, \tag{1}$$

p, ζ, α étant le paramètre et les deux coordonnées de la corrélation, et n une constante.

» M. Kœnigs a nommé *corrélation normale* la corrélation définie par l'équation

$$z = n \operatorname{tang} \theta.$$

» Ceci posé, pour une valeur de α, l'équation (1) peut définir une droite, ζ étant une ordonnée portée sur la droite d à partir de O, et p une abscisse portée perpendiculairement à d dans le plan Π. Cette droite coupe $O\zeta$ sous un angle α et Op en un point A d'abscisse $-n$. Par suite, quand α varie, la droite tourne autour du point A.

» Nous avons ainsi une représentation de toutes les corrélations appartenant au complexe.

» Pour avoir le diagramme d'une congruence élémentaire contenue dans le complexe, il suffit de considérer cette congruence comme déterminée par deux complexes, ce qui conduit à chercher le lieu représenté par le résultant, par rapport à $\operatorname{tang}\alpha$, des deux équations

$$n + p + \zeta \operatorname{tang} \alpha = 0,$$
$$n_1 + p + (\zeta - \zeta_1) \operatorname{tang}(\alpha - \alpha_1) = 0,$$

n_1, ζ_1, α_1 étant les coordonnées de la corrélation normale du second complexe.

» On trouve une circonférence assujettie à la seule condition de passer par le point A.

» On voit donc que la géométrie des congruences élémentaires d'un complexe sur une droite peut se déduire de la géométrie des cercles ayant un point commun. Toutes les propriétés infinitésimales du premier ordre se tirent de cette représentation des corrélations et des congruences élémentaires. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les théorèmes d'addition des fonctions thêta.* Note de M. F. CASPARY, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note antérieure (1) j'ai démontré une relation simple, relative aux fonctions thêta d'un seul argument.

» Je vais généraliser la méthode employée pour obtenir une relation analogue fournissant immédiatement des théorèmes d'addition dans lesquels entrent $2m \geqq 4$ systèmes de ρ arguments indépendants.

» Les fonctions thêta de ρ arguments sont définies par la formule

$$(1)\quad \begin{cases} \vartheta(u; \tfrac{1}{2}\delta, \tfrac{1}{2}\varepsilon) = \sum\limits_{n_1, n_2, \ldots, n_\rho} e^{2i\pi \sum\limits_{\alpha} (u_\alpha + \frac{1}{2}\delta_\alpha)(n_\alpha + \frac{1}{2}\varepsilon_\alpha) + i\pi \sum\limits_{\alpha,\beta} \tau_{\alpha\beta}(n_\alpha + \frac{1}{2}\varepsilon_\alpha)(n_\beta + \frac{1}{2}\varepsilon_\beta)} \\ (\alpha, \beta, \gamma = 1, 2, \ldots, \rho;\ n_\gamma = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots, \pm \infty). \end{cases}$$

» Dans cette notation élégante, due à M. Weierstrass, l'argument u désigne le système des arguments $u_1, \ldots, u_\rho$, et les éléments $\frac{1}{2}\delta$, $\frac{1}{2}\varepsilon$ désignent les systèmes $\frac{1}{2}\delta_1, \ldots, \frac{1}{2}\delta_\rho$, $\frac{1}{2}\varepsilon_1, \ldots, \frac{1}{2}\varepsilon_\rho$ dont les termes ont les valeurs 0 et 1.

» Si l'on multiplie deux fonctions thêta dont les arguments soient $u_\alpha^{(p)} + u_\alpha^{(q)}$ et $u_\alpha^{(p)} - u_\alpha^{(q)}$, on obtient la formule suivante de M. Weierstrass, communiquée par M. Königsberger (2),

$$(2)\quad \begin{cases} \vartheta(u^{(p)} + u^{(q)}; \tfrac{1}{2}\delta, \tfrac{1}{2}\varepsilon)\, \vartheta(u^{(p)} - u^{(q)}; \tfrac{1}{2}\delta, \tfrac{1}{2}\varepsilon) \\ = \sum\limits_{k} (-1)^{\sum\limits_{\alpha} \lambda_\alpha^{(k)} \delta_\alpha}\, \Theta(2u^{(p)}; 0, \tfrac{1}{2}\lambda^{(k)})\, \Theta(2u^{(q)}; 0, \tfrac{1}{2}\lambda^{(k)} + \tfrac{1}{2}\varepsilon) \\ (k = 0, 1, \ldots, h;\ h = 2^\rho - 1), \end{cases}$$

où les fonctions Θ possèdent les modules doubles $2\tau_{\alpha\beta}$, la quantité 0 désigne un système de ρ zéros et les quantités $\lambda^{(k)}$ désignent les systèmes $\lambda_1^{(k)}, \ldots, \lambda_\rho^{(k)}$ dont les termes prennent, les uns indépendamment des autres, les valeurs 0 et 1.

» Il résulte de cette détermination des quantités $\lambda^{(k)}$ que, les termes

(1) *Comptes rendus*, p. 1094.

(2) *Journal de Borchardt*, t. LXIV, p. 24.

$\lambda_\alpha^{(k)} + \lambda_\alpha^{(\nu)}$ devant être pris suivant le module 2, la somme

$$\lambda^{(k)} + \lambda^{(\nu)} \quad (k, \nu = 0, 1, \ldots, h)$$

reste une des quantités $\lambda^{(0)}, \ldots, \lambda^{(h)}$, dont l'indice est déterminé si les indices k et ν sont donnés. Or, en désignant par $A_k^{(n)}$ une quantité dépendant d'une manière quelconque de $\lambda^{(k)}$, on pourra désigner par $A_{k+\nu}^{(n)}$ la quantité $A_k^{(n)}$, dans laquelle $\lambda^{(k)}$ est remplacé par $\lambda^{(k)} + \lambda^{(\nu)}$. Si k et ν sont donnés, la quantité $A_{k+\nu}^{(n)}$ elle-même sera déterminée et égale à une des quantités $A_0^{(n)}, \ldots, A_h^{(n)}$. Réciproquement, on pourra représenter chacune de ces quantités sous la forme $A_{k+\nu}^{(n)}$ et, d'ailleurs, de différentes manières. Ces remarques suffisent pour voir que l'on obtient, par la multiplication de deux quantités,

$$(3) \qquad A^{(n)} = \sum_k e_k^{(n)} A_k^{(n)}, \qquad e_k^{(n)} = \pm 1,$$

correspondant à $n = p$ et q, la formule suivante

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} A^{(p)} A^{(q)} = \sum_k e_k^{(p)} e_k^{(q)} A_k^{(p)} A_k^{(q)} + e_1^{(q)} \sum_k e_k^{(p)} e_k^{(q)} A_k^{(p)} A_{k+1}^{(q)} + \ldots \\ + e_h^{(q)} \sum e_k^{(p)} e_k^{(q)} A_k^{(p)} A_{k+h}^{(q)}, \end{aligned} \right.$$

qui, en posant

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} A_k^{(n)} &= \Theta(2u^{(n)}; 0, \tfrac{1}{2}\lambda^{(k)}); \\ A_{k+\nu}^{(n)} &= \Theta(2u^{(n)}; 0, \tfrac{1}{2}\lambda^{(k)} + \tfrac{1}{2}\lambda^{(\nu)}); \\ e_k^{(n)} &= (-1)^{\sum_\alpha \lambda_\alpha^{(k)} \delta_\alpha^{(n)}}, \end{aligned} \right.$$

$$(6) \quad \mathfrak{S}_k^{(p,q)} = \mathfrak{S}(u^{(p)} + u^{(q)}; \tfrac{1}{2}\delta^{(p)} + \tfrac{1}{2}\delta^{(q)}, \tfrac{1}{2}\lambda^{(k)})\, \mathfrak{S}(u^{(p)} - u^{(q)}; \tfrac{1}{2}\delta^{(p)} + \tfrac{1}{2}\delta^{(q)}, \tfrac{1}{2}\lambda^{(k)}),$$

se transforme, au moyen de (2), dans la relation générale

$$(7) \qquad A^{(p)} A^{(q)} = \sum_k e_k^{(q)} \mathfrak{S}_k^{(p,q)} \qquad (k = 0, 1, \ldots, h),$$

formant la base des théorèmes d'addition.

» En attribuant aux indices p, q les valeurs 1, 2, 3, 4, on trouve immédiatement, en vertu de l'identité évidente

$$(A^{(1)} A^{(2)})(A^{(3)} A^{(4)}) = (A^{(1)} A^{(3)})(A^{(2)} A^{(4)}),$$

la formule

$$(8) \qquad \sum e_k^{(2)} \mathfrak{S}_k^{(1,2)} \sum_k e_k^{(4)} \mathfrak{S}_k^{(3,4)} = \sum_k e_k^{(3)} \mathfrak{S}_k^{(1,3)} \sum_k e_k^{(4)} \mathfrak{S}_k^{(2,4)},$$

qui établit un théorème d'addition très général et renferme une grande quantité de relations particulières.

» En effectuant les multiplications dans la formule (8), à l'aide de (4), on trouve comme conséquence immédiate, si l'on pose

$$(9)\qquad \delta_\alpha^{(1)}+\delta_\alpha^{(2)}=\delta_\alpha^{(3)}+\delta_\alpha^{(4)}=\eta_\alpha;\qquad \delta_\alpha^{(1)}+\delta_\alpha^{(3)}=\delta_\alpha^{(2)}+\delta_\alpha^{(4)}=\eta'_\alpha;$$

$$(10)\qquad \left\{\begin{array}{ll} u_\alpha^{(1)}+u_\alpha^{(2)}=w_\alpha; & u_\alpha^{(1)}-u_\alpha^{(2)}=x_\alpha;\\ u_\alpha^{(3)}+u_\alpha^{(4)}=y_\alpha; & u_\alpha^{(3)}-u_\alpha^{(4)}=z_\alpha;\\ u_\alpha^{(1)}+u_\alpha^{(3)}=w'_\alpha; & u_\alpha^{(1)}-u_\alpha^{(3)}=x'_\alpha;\\ u_\alpha^{(2)}+u_\alpha^{(4)}=y'_\alpha; & u_\alpha^{(2)}-u_\alpha^{(4)}=z'_\alpha, \end{array}\right.$$

la formule suivante

$$(11)\qquad \left\{\begin{array}{l} \sum_k (-1)^{\sum_\alpha \lambda_\alpha^{(k)}\eta'_\alpha}\,\vartheta(w;\tfrac{1}{2}\eta,\tfrac{1}{2}\lambda^{(k)})\,\vartheta(x;\tfrac{1}{2}\eta,\tfrac{1}{2}\lambda^{(k)})\,\vartheta(y;\tfrac{1}{2}\eta,\tfrac{1}{2}\lambda^{(k)})\,\vartheta(z;\tfrac{1}{2}\eta,\tfrac{1}{2}\lambda^{(k)})\\ \quad =\sum_k (-1)^{\sum_\alpha \lambda_\alpha^{(k)}\eta_\alpha}\,\vartheta(w';\tfrac{1}{2}\eta',\tfrac{1}{2}\lambda^{(k)})\,\vartheta(x';\tfrac{1}{2}\eta',\tfrac{1}{2}\lambda^{(k)})\,\vartheta(y';\tfrac{1}{2}\eta',\tfrac{1}{2}\lambda^{(k)})\,\vartheta(z';\tfrac{1}{2}\eta',\tfrac{1}{2}\lambda^{(k)}), \end{array}\right.$$

et l'on en déduit aisément la relation

$$(12)\qquad \left\{\begin{array}{l} 2^\rho\,\vartheta(w';\tfrac{1}{2}\eta',\tfrac{1}{2}\zeta')\,\vartheta(x';\tfrac{1}{2}\eta',\tfrac{1}{2}\zeta')\,\vartheta(y';\tfrac{1}{2}\eta',\tfrac{1}{2}\zeta')\,\vartheta(z';\tfrac{1}{2}\eta',\tfrac{1}{2}\zeta')\\ \quad =\sum (-1)^{\sum_\alpha \eta_\alpha\zeta'_\alpha+\zeta_\alpha\eta'_\alpha}\,\vartheta(w;\tfrac{1}{2}\eta,\tfrac{1}{2}\zeta)\,\vartheta(x;\tfrac{1}{2}\eta,\tfrac{1}{2}\zeta)\,\vartheta(y;\tfrac{1}{2}\eta,\tfrac{1}{2}\zeta)\,\vartheta(z;\tfrac{1}{2}\eta,\tfrac{1}{7}\zeta), \end{array}\right.$$

où la somme s'étend à toutes les $2^{2\rho}$ valeurs que les termes $\eta_1,\ldots,\eta_\rho$; $\zeta_1,\ldots,\zeta_\rho$ peuvent prendre. Cette dernière formule et la formule (11), qui donne pour $\rho=1$ et $\rho=2$ les théorèmes fondamentaux de Jacobi et de Rosenhain, découlent aussi, comme cas particuliers, de ces deux théorèmes d'addition dont l'un est dû à M. Frobenius, qui l'a obtenu par l'emploi des caractéristiques (*Journal de M. Kronecker*, t. LXXXIX, p. 201), tandis que l'autre a été déduit par moi d'une manière algébrique de la formule (2) dans un Mémoire inséré au tome XCVII du même Journal. La relation (12) est la célèbre formule de Riemann que M. Prym a publiée et pour laquelle l'illustre géomètre de Wurzbourg a donné plusieurs démonstrations très intéressantes et très ingénieuses. Dans le Mémoire déjà cité, j'ai ajouté une démonstration nouvelle et simple, qui est, comme la précédente, parfaitement algébrique.

» Si l'on attribue aux indices p, q les valeurs $1, 2, \ldots, 2m$, où $m>2$,

on obtient immédiatement d'autres théorèmes d'addition dont un a été donné pour $m = 3$, $\rho = 1$ dans une Note publiée au volume XXVIII des *Mathematische Annalen*. Ce théorème fournit, comme je l'ai montré, pour les six arguments particuliers formés par trois quantités et leurs différences, les relations dues à Jacobi, à Gudermann et à M. Glaisher. »

ALGÈBRE. — *Sur les péninvariants des formes binaires*. Note de M. **R. Perrin**, présentée par M. Halphen.

« Le théorème I établi dans ma précédente Communication [1] permet d'obtenir, en partant d'un péninvariant donné, une série indéfinie de péninvariants de degrés et de poids plus élevés. Le théorème que voici fournit une série indéfinie de péninvariants *de même degré* que celui dont on part :

» Théorème III. — *Si ϖ est un peninvariant de degré p, de poids π et d'étendue n (c'est-à-dire contenant a_n et non les a d'indices plus élevés), l'expression*

$$(4) \qquad 2\pi a_1 \frac{d\varpi}{da_0} + (2\pi - p) a_2 \frac{d\varpi}{da_1} + \ldots + (2\pi - np) a_{n+1} \frac{d\varpi}{da_n}$$

donne un péninvariant (de degré p, de poids $\pi + 1$ et d'étendue $n + 1$). Si toutefois ϖ est un invariant *de la forme d'ordre n, cette expression est identiquement nulle; c'est alors la suivante*

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} &(2\pi + 1) a_1 \frac{d\varpi'}{da_0} + (2\pi + 1 - p) a_2 \frac{d\varpi'}{da_1} + \ldots \\ &\qquad + [2\pi + 1 - (n+1)p] a_{n+2} \frac{d\varpi'}{da_{n+1}}, \end{aligned} \right.$$

où ϖ' est la dérivée de ϖ par rapport à la variable fictive ζ, qui fournit un péninvariant (de degré p, de poids $\pi + 2$ et d'étendue $n + 2$).

» On le démontre aisément en remarquant que ϖ, ϖ', ϖ'', ..., d'une part, et, d'autre part, les coefficients ϖ, ϖ_1, ϖ_2, ... du covariant d'ordre $t = (n + k)p - 2\pi$, dont ϖ serait la source par rapport à la forme d'ordre $n + k$, satisfont à des équations de la forme

$$\frac{df_r}{d\theta} = h_r f_{r-1},$$

[1] Voir p. 1097; je conserverai dans celle-ci les mêmes notations.

tandis qu'ils se déduisent les uns des autres, dans chacune des deux séries, par deux opérateurs différents. Une combinaison convenable de ces deux opérateurs, savoir (4) s'il s'agit d'un péninvariant, ou (5) s'il s'agit d'un invariant pour lequel (4) donne identiquement zéro, fournit donc un résultat qui donne à son tour zéro par l'opérateur $\frac{d}{d\theta}$.

» En partant du péninvariant $\frac{1}{2}a_0^2$, l'opérateur (5) donne la série des invariants quadratiques des formes d'ordre pair; en partant de l'un de ceux-ci, multiplié par a_0, l'opérateur (4) donne le péninvariant principal de la forme d'ordre impair immédiatement supérieur, etc.

» La proposition suivante est encore bien facile à établir :

» Théorème IV. — *Si, dans un péninvariant* v *(de degré* p*, de poids* π*, d'étendue* n*), on remplace* $a_0, a_1, \ldots, a_n$ *par* $w, w', \ldots, w^{(n)}$*,* w *étant un péninvariant (de degré* p'*, de poids* π'*, d'étendue* n'*), et* $w', \ldots, w^{(n)}$ *des dérivées successives par rapport à* ζ*, le résultat est encore un péninvariant (de degré* pp'*, de poids* $\pi + p\pi'$*, d'étendue* $n+n'$*).*

» En effet, appliquons à ce résultat l'opérateur $\frac{d}{d\theta}$, ou, en prenant comme intermédiaires, ce qui est évidemment permis, les fonctions w, $w', \ldots, w^{(n)}$, l'opérateur $\sum_{r=1}^{r=n} \frac{dw^{(r)}}{d\theta}\frac{d}{dw^{(r)}}$, lequel équivaut, en vertu du théorème II, à celui-ci : $p'\sum_{r=1}^{r=n} rw^{(r-1)}\frac{d}{dw^{(r)}}$. Il est clair que nous obtiendrons, sauf le changement des lettres a en w, exactement la même expression que si nous avions appliqué à v l'opérateur $p'\sum_{r=1}^{r=n} ra_{r-1}\frac{d}{da_r}$, c'est-à-dire $p'\frac{d}{d\theta}$. Mais ce dernier donne identiquement zéro; il en est donc de même du premier, ce qui démontre le théorème.

» Enfin il est très important de remarquer que la démonstration donnée par M. d'Ocagne pour son théorème (p. 961 de ce Volume) subsiste sans modification pour des péninvariants relatifs à des *systèmes de formes*, pourvu qu'on traite $a_0, a'_0, a''_0, \ldots$ comme des fonctions de ζ indépendantes, ayant pour dérivées successives $a_1, a_2, \ldots; a'_1, a'_2, \ldots; a''_1, a''_2, \ldots$. Dès lors la démonstration que j'ai donnée pour les théorèmes I et II subsiste aussi, et ces deux théorèmes restent exacts dans ce cas plus général. Il en est de même du théorème III, à condition de remplacer, dans les opérateurs (4)

et (5), $a_{r+1}\frac{d}{da_r}$ par $\left(a_{r+1}\frac{d}{da_r}+a'_{r+1}\frac{d}{da'_r}+\ldots\right)$; enfin le théorème IV peut être généralisé comme suit :

» THÉORÈME V. — *Si, dans un péninvariant* QUELCONQUE *relatif à un système* QUELCONQUE *de formes binaires indépendantes, on remplace un nombre quelconque de séries de coefficients de ces formes, savoir* $a_0, a_1, \ldots, a_n$ *par* $p^n\varphi, p^{n-1}\varphi', \ldots, \varphi^{(n)}$; $a'_0, a'_1, \ldots, a'_m$ *par* $q^m\psi, q^{m-1}\psi', \ldots, \psi^{(m)}$, *et ainsi de suite*, $\varphi, \psi, \ldots$ *étant des péninvariants* QUELCONQUES *des degrés* $p, q, \ldots$ *relatifs à des formes ou systèmes de formes* QUELCONQUES, *et* $\varphi', \varphi'', \psi', \psi'', \ldots$ *leurs dérivées successives par rapport à* ζ, *le résultat sera un péninvariant relatif au système composé de toutes les formes dont les coefficients subsistent dans ce résultat.*

» L'énoncé qui précède renferme, comme cas très particulier, le théorème I de ma précédente Note. »

ASTRONOMIE. — *Sur de nouveaux moyens de repérer l'axe optique d'une lunette par rapport à la verticale.* Note de M. C. **Rozé**, présentée par M. Faye.

« La direction de la verticale joue un rôle fondamental dans la détermination des coordonnées astronomiques et géographiques.

» Dans l'étude des oscillations du sol ou des déplacements lents dont il peut être affecté, on utilise encore la détermination de cette direction par rapport à des objets fixés au sol, bien que l'invariabilité de la verticale, en un lieu donné et relativement à l'ensemble de la Terre, ne soit sans doute pas absolue. Quant aux trépidations du sol, les observations délicates réalisées par M. d'Abbadie, à l'aide de la disposition particulière qu'il a donnée au bain de mercure, ont montré qu'elles sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne le supposait, mais aussi, le plus souvent, assez petites pour échapper au procédé d'enregistrement direct par le fil à plomb.

» La présente Note a pour objet d'abord de proposer une nouvelle disposition du bain de mercure, ensuite de décrire un appareil plus général pouvant être associé aux instruments à lunette fixe.

» I. L'observation du nadir est, dans les localités peu favorisées, une opération souvent impossible, toujours longue, pénible et par suite ne comportant pas toute la précision désirable. A l'observatoire de Paris, notamment, la difficulté était telle que ce fut l'argument le plus invoqué en

faveur d'un projet de transfert. L'amélioration de ces conditions a été l'objet d'une étude, pour ainsi dire, incessante; de réels perfectionnements ont été apportés et il convient de rappeler, d'une part, l'ingénieuse remarque du colonel Hossard, d'autre part, le procédé de Le Verrier. Enfin, récemment, M. Gautier a réalisé une nouvelle et intéressante disposition.

» Les difficultés que présente l'emploi du bain de mercure ressortissent à deux genres de mouvements produits par les causes extérieures : l'oscillation de la surface réfléchissante, les ondulations de cette même surface. De ces deux effets, le second est de beaucoup le plus gênant, en ce qu'il trouble l'image au point de la rendre impossible à observer, ou même tout à fait insaisissable.

» J'ai reconnu que l'on peut supprimer les ondulations en faisant flotter sur le mercure une glace à faces rigoureusement planes. On obtient ainsi des images toujours visibles, parfaitement nettes et seulement affectées de déplacements oscillatoires peu gênants lorsqu'ils sont assez petits et réguliers; ils sont, en tout cas, moindres que ceux qui auraient lieu, dans les mêmes conditions, sans la glace; d'ailleurs, on peut encore les atténuer par un choix convenable des dimensions et des dispositions de toutes les parties de l'appareil.

» L'efficacité de ce procédé dépasse toute attente. C'est ainsi que, depuis sept ou huit années, un appareil improvisé sert, à l'École Polytechnique, à montrer le phénomène à chaque élève, malgré les trépidations inévitables dues à la présence d'un assez grand nombre de personnes sur un simple plancher.

» Si un artifice aussi élémentaire n'a pas été utilisé par les astronomes, depuis que l'on peut obtenir des miroirs parfaitement plans, il faut sans doute l'attribuer à la crainte d'altérer la simplicité et la sécurité des déterminations. Cependant, l'expérience m'a montré que des résultats irréprochables peuvent être facilement obtenus sans avoir recours à des précautions trop dispendieuses.

» La glace, pourvu qu'elle ne soit pas trop voisine des bords, n'a aucune tendance à se déplacer; il est néanmoins commode de disposer un mécanisme très simple qui la ramène, à chaque pointé si cela est nécessaire, dans une position centrale et l'y abandonne sans vitesse. On doit en même temps lui conserver une orientation déterminée, avec retournement possible. Celui-ci peut être réalisé en tournant la glace seule ou bien en faisant pivoter lentement tout l'ensemble du système autour d'un axe

vertical; on obtient ainsi divers moyens de contrôle propres à mettre en évidence la valeur absolue des résultats.

» II. Il n'est pas indispensable, pour la détermination du nadir ou l'observation des astres par réflexion, d'avoir recours au bain de mercure. On obtient les mêmes résultats avec un pendule auquel on adjoint un miroir plan sensiblement horizontal.

» La suspension peut être une simple pointe si le poids du système mobile est assez petit; plus généralement et mieux, elle sera composée de deux couteaux rectangulaires formant suspension à la Cardan. On peut supprimer l'un des couteaux en s'astreignant à rendre l'autre horizontal et à lui donner, en même temps, une direction azimutale exactement appropriée à l'observation que l'on a en vue.

» Le miroir, supposé parfaitement solidaire avec le pendule, doit être à très peu près horizontal, c'est-à-dire perpendiculaire à la verticale du centre de gravité du système dans la position d'équilibre; pour réaliser cette condition, il est commode d'ajouter à la masse principale de petites masses servant à régler la position du centre de gravité. D'ailleurs toute détermination du nadir se déduit de la moyenne d'observations faites pour deux orientations opposées du système pendulaire. Des dispositions accessoires, plus ou moins analogues à celles des balances de précision, servent à déterminer l'orientation du couteau au moment où on le descend sur le plan d'appui; enfin un frein spécial permet, par un contact aussi délicat et uniforme que possible, de réduire l'amplitude des oscillations et d'abandonner le système, au moment du pointé, dans sa position de repos ou plutôt très près de celle-ci.

» On pourrait, peut-être, avoir quelque doute sur la liberté de la suspension et soupçonner l'influence d'un défaut de symétrie dans la forme du couteau ou dans sa position sur le plan d'appui. Or, l'expérience montre qu'en inclinant ce plan de plus d'un degré, dans un sens, puis dans l'autre, on n'amène aucune modification dans la position d'équilibre du pendule.

» Ce système offre sur le bain de mercure l'avantage inappréciable de rattacher à la verticale, sans intermédiaire, toute direction choisie arbitrairement. C'est ainsi qu'il permet de déterminer, non seulement le nadir, mais mieux encore, le zénith. Pour les autres applications, le miroir, toujours parallèle à l'arête du couteau, peut être incliné d'un certain angle à l'horizon.

» En transportant un même pendule, de part et d'autre, dans le plan d'un cercle vertical, on peut donner à la lunette deux positions rigoureusement symétriques par rapport à la verticale. Un autre emploi de l'appareil, où l'on utilise successivement les deux faces de la surface réfléchissante, peut conduire à la mesure de la flexion astronomique ([1]).

» Une lunette fixe dirigée vers le pôle visible et un pendule à miroir, pour lequel l'angle du miroir avec la verticale est égal à la latitude du lieu, constituent un ensemble qui ne comporte ni parties mobiles, ni cercle divisé, et paraît éminemment propre à déterminer les variations du pôle ou les changements de latitude géographique.

» Pour compléter l'étude de ces nouveaux procédés d'observation, il resterait à exposer certaines améliorations que l'on peut apporter au mode d'éclairage des fils du réticule. Je réserve ce sujet pour une Communication ultérieure. »

PHYSIQUE CÉLESTE. — *Sur la photographie directe de l'état barométrique de l'atmosphère solaire.* Note de M. **G.-M. Stanoiéwitch**, présentée par M. J. Janssen.

« M. Janssen a bien voulu m'accorder la permission d'étudier les photographies solaires, prises à l'observatoire de Meudon pendant les dernières onze années. Il s'agissait d'examiner plus de quatre mille clichés se trouvant dans cette belle collection, unique par sa valeur scientifique. Le but principal de cette étude était d'élucider autant que possible la question pendante sur l'origine du réseau photosphérique solaire, en se basant sur le rapport qui existe entre les grains, les pores, les taches et les facules d'un côté, et le réseau lui-même de l'autre. Je prie l'Académie de me permettre d'exposer très brièvement mes résultats sur cette question spéciale, M. Janssen ayant l'intention de publier les faits concernant les autres questions.

» I. Quand les clichés qui ont un réseau bien développé possèdent des taches ou des pores isolés, ces taches ou ces pores sont tantôt nets, tantôt

([1]) Les propriétés du pendule à miroir sont sommairement indiquées à la suite d'un Mémoire déposé à l'Académie, sous pli cacheté, dans la séance du 16 octobre 1871 (voir *Comptes rendus*, t. XCV, p. 327, et t. CIV, p. 1090.)

flous : ils sont nets seulement quand ils se trouvent dans les plages nettes et ils sont flous s'ils sont couverts par des plages floues du réseau. C'est une règle si générale, que je n'ai pas pu constater une seule exception.

» II. Quand un cliché, présentant un réseau bien défini, possède plusieurs taches ou pores, alors certaines taches sont nettes, certaines autres sont floues, ce qui dépend des positions des taches par rapport au réseau.

» III. Si l'on a dans une même journée deux clichés qui ont de beaux réseaux et des taches en même temps, alors il arrive que certaines taches sur un des clichés sont nettes, et les mêmes taches sur l'autre cliché du même jour sont floues. C'est parce que le réseau ne reste presque jamais sur les mêmes parties du Soleil sur deux clichés différents, mais il se déplace.

» IV. Mais le cas le plus singulier est le suivant : il arrive (assez rarement, il est vrai) qu'une même tache n'est pas de même netteté dans toutes ses parties; une partie de la tache est nette, une autre est floue, car la limite entre les plages nettes et floues du réseau traverse la tache.

» V. Quand un cliché possède de grands champs de facules et présente en même temps un réseau, celui-ci se propage sur les facules mêmes, c'est-à-dire que l'on voit des facules nettes et floues absolument comme on voit des grains nets et flous.

» VI. Il arrive de temps en temps qu'un cliché présente un réseau bien développé et plus ou moins condensé; puis, au lieu que le réseau reste de même netteté sur tout le disque, on aperçoit quelques plages du réseau voilées d'un flou général à travers lequel on distingue bien les plages primitives du réseau; à côté de ces plages voilées, on en trouve d'autres qui restent dans leur état naturel, puis encore d'autres voilées, et ainsi de suite, de sorte qu'il existe, outre le réseau primitif, un second réseau dont les parties constitutives ne sont pas directement les grains, qui forment le réseau primitif, mais les plages nettes et floues du réseau primitif. C'est, par conséquent, un *réseau du réseau* ou un réseau de *second ordre*.

» Tous ces faits tendent à prouver une même chose : c'est au-dessus de la photosphère qu'il faut chercher l'origine du faisceau photosphérique solaire qui se forme de tout ce qui existe sur la surface du Soleil, c'est-à-dire de pores, de grains, de taches et de facules. Étant ainsi obligé de chercher son origine dans l'atmosphère solaire, il s'ensuit que ses plages nettes et floues marquent les places où dans l'atmosphère solaire existent les plus grandes différences de pressions barométriques et, par conséquent, de réfractions, c'est-à-dire les places où se trouvent, à un moment donné, les maxima et minima barométriques de l'atmosphère solaire. Par

conséquent, *le reseau photosphérique solaire n'est autre chose que la photographie directe de maxima et minima barométriques de l'atmosphère solaire.* Et alors, chaque cliché du Soleil qui possède un réseau obtient une valeur double; il présente non seulement l'état de la surface solaire en un certain moment donné, mais, en outre, il nous montre dans quel état barométrique se trouve l'atmosphère solaire en ce même moment. On conçoit très aisément l'importance énorme de ce fait pour la météorologie solaire.

» Quant au réseau de *second ordre*, il est très probable qu'il est produit par l'atmosphère terrestre, car les rayons ayant traversé l'atmosphère solaire et portant en eux-mêmes le réseau primitif sont réfractés de nouveau par une seconde couche gazeuse qui ne peut être autre que notre atmosphère. Très souvent, ce réseau secondaire existe seul sans le réseau primitif, mais il n'est pas difficile, d'après sa nature même, de le reconnaître comme n'appartenant pas à l'atmosphère solaire.

» J'ai le devoir de remercier M. Janssen, qui a bien voulu mettre à ma disposition la collection si considérable de clichés solaires dont l'étude m'a amené à des résultats si importants. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décomposition réversible des acétates par l'eau.* Note de M. G. **Foussereau**, présentée par M. Lippmann.

« Dans des Communications précédentes ([1]), j'ai montré que la mesure des résistances électriques permet d'étudier les décompositions réversibles qu'un grand nombre de chlorures métalliques subissent lentement dans leurs dissolutions, sous diverses influences. Dans de nouvelles expériences, j'ai observé la marche de phénomènes analogues dans divers sels, notamment les sulfates de fer et d'alumine, l'alun ordinaire, les acétates de cuivre, de zinc et de plomb.

» Ces derniers corps présentent quelques particularités remarquables. Leurs dissolutions, maintenues à la température de 100°, ou même à des températures plus basses, pendant un certain temps, finissent par déposer un sel basique. M. Berthelot a étudié cette formation de sel basique dans les dissolutions de concentration moyenne, en mesurant la chaleur dégagée quand on décompose progressivement le sel par la potasse.

([1]) *Comptes rendus*, 5 et 19 juillet 1886, 25 avril 1887.

» J'ai reconnu que l'altération de ces acétates présente nettement dans les dissolutions étendues des caractères de réversibilité semblables à ceux que j'ai étudiés précédemment dans la décomposition des chlorures. Le sel, abandonné à lui-même, prend des résistances croissantes, contrairement à ce qui a lieu pour les chlorures. On s'explique ce résultat en remarquant que l'acide acétique mis en liberté dans cette réaction est moins conducteur que ses sels, conformément aux mesures de M. Bouty, tandis que l'inverse a lieu pour l'acide chlorhydrique. Porté à 100°, l'acétate prend un accroissement de résistance plus accentué. Si, enfin, l'on ramène le sel à une température plus basse, sa résistance va ensuite en diminuant et tend vers une limite déterminée pour chaque température.

» Le changement de résistance obtenu est très considérable pour l'acétate de cuivre; il est beaucoup moindre pour l'acétate de zinc. J'ai observé aussi une faible altération du même genre dans l'acétate de plomb.

» L'influence de la concentration est tout autre que dans les chlorures. J'ai établi que, dans ces derniers, l'altération réversible croît en général très vite à mesure que la concentration diminue. Dans les acétates cette altération paraît être faible aux grandes concentrations. Le sel conserve, après un échauffement de quelques minutes, l'état où il se trouvait après sa dissolution. L'altération croît d'abord à mesure que la concentration diminue, puis passe par un maximum, et enfin s'atténue quand on passe à des dissolutions encore plus étendues.

» Ainsi, dans le cas de l'acétate de cuivre, l'accroissement de résistance par l'échauffement à 100° atteint 0,613 de la résistance primitive à la concentration $\frac{1}{1003}$, tandis qu'il se restreint à 0,487 à la concentration $\frac{1}{5315}$ et à 0,350 à la concentration $\frac{1}{12540}$.

» Dans le cas de l'acétate de zinc, on obtient, pour diverses concentrations, les variations relatives de résistance qui suivent :

Concentrations.	Variations de résistance.
$\frac{1}{10,59}$	0,000
$\frac{1}{81,3}$	0,014
$\frac{1}{464}$	0,045
$\frac{1}{4965}$	0,034
$\frac{1}{13125}$	0,025

» Ce changement d'allure du phénomène me semble devoir être attribué à la cause suivante. Dans la décomposition des chlorures par l'eau, il y a substitution une ou plusieurs fois du groupe HO^2 à Cl, si l'on adopte

la notation par équivalents, en sorte qu'il se forme un hydroxyde ou un hydroxychlorure avec élimination d'acide chlorhydrique. Cette réaction directe exige donc le concours d'une ou plusieurs molécules d'eau avec une seule molécule du chlorure primitif. Cette rencontre a toujours lieu facilement, puisque les molécules d'eau sont relativement abondantes. La réaction inverse exige, au contraire, le concours d'une molécule du composé formé avec une ou plusieurs molécules d'acide chlorhydrique. Ce dernier concours sera d'autant plus rare que le liquide sera plus dilué. L'altération limite doit donc croître et croît, en effet, à mesure que la concentration diminue.

» Les choses se passent autrement dans les acétates. La base du sel éliminée, au lieu de former simplement un hydroxyde, s'unit à une autre molécule saline, pour former un sel basique. Cette opération exige, outre le concours de l'eau, celui de *plusieurs* molécules du sel primitif. La rencontre deviendra évidemment moins fréquente à mesure que la concentration diminuera. Si l'on poussait la dilution jusqu'au point où la masse liquide observée ne renferme plus qu'une seule molécule du sel primitif, la réaction deviendrait forcément impossible. D'autre part, la réaction inverse se passe toujours entre une seule molécule de sel basique et une ou plusieurs molécules d'acide libre. Ses conditions demeurent les mêmes que dans le cas des chlorures. On conçoit donc que l'altération des acétates par l'eau doive passer par un maximum, puis s'atténuer quand on fait croître indéfiniment la proportion d'eau. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le flux d'induction magnétique dans les inducteurs d'une machine dynamo-électrique* (1). Note de M. **Ledeboer**, présentée par M. Lippmann.

« Les expériences suivantes ont été effectuées sur une réduction de la machine Siemens, le tambour étant remplacé par un cadre de fils, de sorte que l'ensemble constitue un galvanomètre apériodique Deprez-d'Arsonval à électro-aimants. On a conservé, quant au système des inducteurs, les proportions qui existent dans une machine dynamo-électrique réelle.

(1) Ce travail a été effectué au laboratoire d'enseignement de Physique à la Sorbonne, avec le concours bienveillant de MM. Koch et Henrique, ingénieurs des Arts et Manufactures.

» Elles ont pour but de montrer expérimentalement la relation qui existe, tant au point de vue qualitatif qu'au point de vue quantitatif, entre le flux d'induction magnétique qui traverse un système d'inducteurs et le produit du coefficient de self-induction par l'intensité correspondante du courant.

» Lorsqu'on définit le coefficient de self-induction L d'un système de bobines à noyau de fer doux d'après l'expression

$$e = \frac{d\,\mathrm{LI}}{dt},$$

e étant la force électromotrice due à la self-induction, on écrit que le flux d'induction magnétique correspondant à l'intensité I est représenté par LI. Dans le cas où le système magnétique est entièrement fermé et où le flux entier traverse les n spires, le flux qui traverse une spire sera $\frac{\mathrm{LI}}{n}$; en mesurant ce flux à l'aide d'un fil auxiliaire enroulé autour de la bobine magnétisante, on doit donc trouver la même valeur numérique que celle déduite de l'expression précédente. Avec un système magnétique ouvert, comme celui qu'on rencontre dans les dynamos, le flux mesuré à l'aide d'un fil enroulé autour du milieu d'un des inducteurs doit être légèrement supérieur au flux moyen obtenu à l'aide de l'expression $\frac{\mathrm{LI}}{n}$.

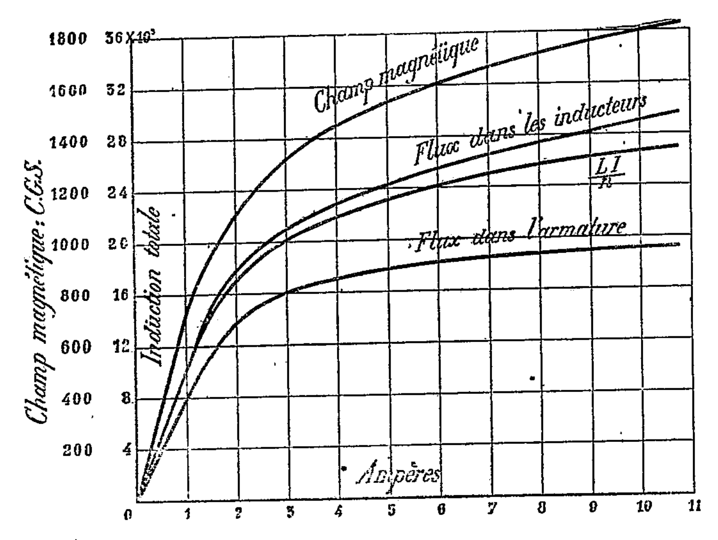
» Pour vérifier ces conclusions, nous avons d'abord opéré sur un système magnétique fermé. Pour réaliser un tel système, il suffit de changer le mode d'attache des fils de notre petite machine. Dans ces conditions, la mesure du flux présente quelques difficultés, surtout à cause du magnétisme rémanent qui varie, dans notre cas, de 70 à 30 pour 100 du magnétisme total, l'augmentation correspondante du courant étant de $0^{\mathrm{amp}},16$ à $4^{\mathrm{amp}},2$. En opérant successivement par rupture, par établissement en sens inverse et par renversement du courant excitateur, on obtient une double mesure du magnétisme total; on peut, d'ailleurs, comparer la valeur ainsi trouvée à celle qu'on obtient par établissement à partir de l'état magnétique neutre. Pour réaliser l'état neutre, on aimante successivement en sens inverse, en faisant diminuer graduellement l'intensité du courant. Dans toutes ces expériences, il faut employer un galvanomètre à longue durée d'oscillation, pour être sûr d'embrasser la totalité du phénomène.

» L'identité entre le flux d'induction magnétique mesuré à l'aide d'un fil auxiliaire et l'expression $\frac{\mathrm{LI}}{n}$ s'est pleinement vérifiée dans ce cas, les gran-

deurs des différences étant de l'ordre de grandeur des erreurs expérimentales.

» La détermination du magnétisme du système magnétique ouvert (disposition ordinaire de la dynamo) est relativement plus facile; car, dans ce cas, le magnétisme rémanent est bien plus faible : dans notre cas et pour des intensités un peu fortes, le magnétisme rémanent ne représente guère que de 4 à 5 pour 100 du magnétisme total. Quant au flux total qui traverse les inducteurs dans les deux dispositifs, circuit magnétique fermé et circuit magnétique ouvert, on a trouvé que, pour l'intensité de 5 ampères, le flux correspondant au premier cas n'excède que de 7 pour 100 le flux obtenu dans le second cas.

» La figure ci-jointe montre les résultats obtenus avec le système magnétique ouvert; les ordonnées représentent le flux total en unités C.G.S.



» Un fil auxiliaire enroulé autour de l'armature a permis de mesurer le flux correspondant. L'inspection des courbes montre que les ordonnées représentant les valeurs de $\frac{LI}{n}$ sont légèrement inférieures au flux maximum qui traverse les inducteurs, comme cela doit être. Les variations de la courbe $\frac{LI}{n}$ suivent assez exactement les variations du flux dans l'armature.

» On voit donc qu'il suffit de connaître le coefficient de self-induction d'une dynamo pour connaître en même temps, en valeur absolue, la valeur moyenne du flux d'induction magnétique dont on dispose.

» Pour déduire de la valeur moyenne du flux la force électromotrice de la machine tournant à N tours par seconde, il suffit de faire le produit de ces deux quantités et de le multiplier par le nombre k de tours de fil sur l'armature, ce qui donne

$$E = \frac{LI}{n} \times N \times k.$$

» Dans une machine Gramme type d'atelier, nous avons trouvé pour $I = 25$ ampères $= 2,5$ C.G.S., $L = 0,25 \times 10^{9\text{cm}}$ avec $n = 1092$. On a, en outre, $k = 1020$ et $N = \frac{960}{60} = 16$ tours par seconde.

» On trouve ainsi

$$E = 93 \times 10^8 = 93 \text{ volts};$$

on a, d'après la caractéristique, à la vitesse de 960 tours,

$$E = 87 \text{ volts}.$$

» La différence doit être attribuée aux pertes de tous genres : self-induction de l'anneau, déperdition des lignes de force, réaction de l'armature, etc.

» Comme L a été mesuré par l'extra-courant de rupture, on aurait dû tenir compte de l'influence du magnétisme rémanent, influence qui, toutefois, est faible dans notre cas.

» La machine serait d'autant meilleure que le calcul précédent s'accorderait davantage avec l'expérience. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'état sphéroïdal.* Note de M. **Gossart**, présentée par M. Mascart.

« Les résultats que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sont relatifs à la température de l'eau à l'état de caléfaction sous des pressions décroissantes comprises entre 760^{mm} et $0^{\text{mm}},5$.

» Récemment, M. Luvini (*Il Nuovo Cimento*, t. XVII) a publié des recherches sur la température de l'eau, de l'alcool, de l'éther caléfiés dans le vide; mais il ne pouvait maintenir constante la température du creuset où était placé le liquide, posé seulement sur une brique chauffée sous une cloche; faisant rapidement le vide, il suivait la marche simultanée d'un thermomètre plongé dans le liquide et de la pression. De ses observations, il a conclu que *la température de la goutte liquide est la même que celle de*

l'ébullition sous la pression de l'enceinte, et que l'on pourrait obtenir ainsi directement la congélation de l'eau ; mais on ne peut affirmer, à moins que le creuset ne soit retiré encore très chaud, que le liquide n'a pas cessé d'être à l'état sphéroïdal.

» J'ai cherché à vérifier la relation indiquée par M. Luvini, mais en maintenant constante la température du creuset, le volume du liquide, la pression, afin de pouvoir mesurer avec certitude les données de l'expérience.

» Une platine en cuivre rouge est relevée à son centre sous forme de tronc de cône. La base supérieure, qui y est brasée, est formée par une plaque concave de $0^m,04$ de diamètre et de $0^m,01$ de profondeur. Tout autour de la base du cône, la platine est double et forme une sorte de boîte où circule un courant d'eau froide. Dans le cône central, on place au-dessous de la platine un chalumeau à gaz pour chauffer la base supérieure du tronc de cône, où l'on met le liquide.

» Autour de la platine est une rigole circulaire dans laquelle on mastique à la glu marine une cloche de verre à deux tubulures. Dans la tubulure centrale passe un thermomètre à mercure, à réservoir plat, pouvant être descendu, pour le faire plonger dans le liquide, ou remonté, afin de le soustraire au rayonnement du creuset. La tubulure latérale est traversée par le tube destiné à faire le vide et par un autre tube plus étroit qui amène le liquide servant à alimenter la goutte; on fait avec une machine Carré le vide à la fois dans la cloche et dans le flacon qui contient la provision du liquide.

» Un large tube de plomb traverse le fond de la platine et amène les gouttelettes projetées par accident et les vapeurs dans un grand ballon refroidi contenant de l'acide sulfurique; du col du ballon partent des tubes se rendant à un manomètre barométrique et à une trompe, avec une tubulure pour la rentrée de l'air ou l'introduction d'un autre gaz. En noyant dans l'eau tous les bouchons et toutes les soudures, j'ai pu maintenir pendant plus de vingt-quatre heures une pression de moins de 1^{mm}.

» Voici les résultats obtenus avec l'eau distillée, pour des pressions comprises entre 760^{mm} et $0^{mm},5$.

» 1° Au-dessous de 33°, la température du liquide est supérieure à celle de l'ébullition du même liquide sous la pression de l'enceinte.

» 2° De 33° à 50°, l'écart entre ces deux températures est très faible, quelquefois nul, ne dépasse pas 0°,5; de plus, il est tantôt positif, tantôt négatif.

» 3° Au-dessus de 50° jusqu'à 90°, dernière température que j'aie observée, la température de la goutte est constamment inférieure à celle de l'ébullition sous la même pression; à la pression de 760^{mm}, M. Boutigny avait obtenu, pour la température du liquide caléfié, 97°.

» 4° Tandis que, pour les basses températures, les différences vont en décroissant assez régulièrement entre 0° et 30°, au-dessus de 50° les différences, tout en conservant toujours le même signe, ne paraissent pas varier aussi régulièrement; c'est un point que je me propose de revoir.

» Ces conclusions sont justifiées par les expériences suivantes :

Pressions.	Température du liquide caléfié.	Température de l'ébullition.	Différences.
mm 2	0	—12	+12
8	15	8	+ 7
21	24,5	23	+ 1,5
35	32,25	31,8	+ 0,45
48	37,5	37,5	0
83	48	48	0
138	58	58,5	— 0,5
152	60	60,5	— 0,5
241	70	70,8	— 0,8
341	78	79	— 1
567	90	92	— 2

» En poussant la raréfaction jusqu'à la limite extrême de $0^{mm},5$, j'ai vu une goutte d'eau d'au moins 2^{gr}, malgré la température élevée du creuset, devenir opaque, puis se prendre en totalité en un glaçon arrondi qui s'est maintenu en caléfaction pendant plus d'un quart d'heure, s'agitant doucement sur le creuset toujours chauffé à l'aide du chalumeau; je suis donc arrivé à réaliser ainsi l'expérience présumée par M. Luvini, mais irréalisable par la méthode qu'il avait employée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les causes de variations diurnes du magnétisme terrestre et sur la loi qui règle la position du courant perturbateur principal.* Note de M. **Ch. Lagrange**, présentée par M. Faye.

« I. Considérons l'aiguille comme soumise à l'action d'un système de courants A. Cette action se réduit en chaque instant à celle d'un courant indéfini C; l'aiguille est donc sollicitée : 1° par l'action de la Terre; 2° par

celle de C, action qui s'exerce dans le plan de la position réelle a de l'aiguille et de la position a_0 qu'elle prendrait sous l'action seule de la Terre. (On peut prendre pour a_0, dans une première approximation, la *position moyenne* de l'aiguille.) Le plan de C et du lieu d'observation, *plan du courant*, est dès lors déterminé; il est perpendiculaire à la force R qui a produit le déplacement de a_0 en a.

» φ_0, I_{h_0}, I_{v_0} étant la déclinaison (positive vers l'ouest), les intensités horizontale et verticale correspondantes à a_0; φ, I_h, I_v les mêmes quantités relatives à a; ξ l'angle que fait la trace du plan du courant sur l'horizon avec le méridien magnétique; A l'azimut de cette trace, ξ et A étant comptés dans le sens nord-est-sud-ouest; η l'inclinaison du plan sur l'horizon (c'est le complément de l'angle de R et de sa projection horizontale), on aura

$$\tag{1} \operatorname{tang}\xi = \frac{I_h \cos(\varphi - \varphi_0) - I_{h_0}}{I_h \sin(\varphi - \varphi_0)},$$

$$\tag{2} \operatorname{tang}\eta = \frac{I_h - I_{h_0}}{I_v - I_{v_0}} \frac{1}{\sin\xi},$$

$$\tag{3} A = \xi - \varphi_0.$$

» L'application de ces formules à des lieux des régions moyennes dans les deux hémisphères, plus généralement aux lieux assez éloignés du parallèle décrit par le Soleil, donne les résultats suivants :

Tableau I. — *Valeurs de* ξ.

Temps moyen.	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
Hémisphère boréal.								
	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
Paris (1).....	349.55 0	2.40	33.10 90	152.10	175.59	»	162.58 180	220.23 270
Toronto (2)...	329. 4 0	22.51	72.17	40.52 90	176.53	174.31	167.39 180	208.45 270
Hémisphère austral.								
	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
Hobarton (3)..	242.46 180	171.51	136.12 90	44.5	24.6	46.9	28.21 0	336.9 270
Le Cap (4)....	9.22 0 270	180.0 90	12.28 0	285.11 270	254.56	202.25 180	176.8 90	47.58

(1) *Annuaire de l'observatoire de Montsouris*, 1877, d'après les valeurs moyennes annuelles des p. 196, 236. Les données de 15h manquent.

(2) Sabine, *Magnetical observations*, p. xc et lxix. Toronto, 1843-45.

(3) *Ibid.*, Hobarton, p. xxxiii, liii, lxv.

(4) *Ibid.*, Cape of Good Hope, p. xxi et li; valeurs du mois de juin caractérisant la période de plus grand éloignement du Soleil. Pour le Cap, les données se rapportent aux heures indiquées augmentées de 34m.

Tableau II. — (*Azimut du Soleil*) — A.

Hémisphère boréal.

Temps moyen.	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
Paris.........	180°+27°.24′	180°+66°.59′	180°+74°. 9′	180°−12°.51′	180°+21°.20′	»	180°+124°.21′	180°+105°.36′
Toronto	180+32.19	180+32.19	180+19.16	180+80.41	180+ 4.40	180+67. 2	180+103.54	180+ 99.18

Hémisphère austral.

Temps moyen.	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
Hobarton	−180°−72°.43′	−180°−57°.48′	−180°−56°. 9′	−180°− 4°. 2′	−180°−23°. 9′	−180°−95°.12′	−180°−108°.24′	−180°−110°.46′
Le Cap.......	+16°14 / 90°	+158°36 / 180°	360−62.22	−12.35	−45.50	−56.49	— 68.02	+ 31.38

Tableau III. — *Valeurs de* η.

Hémisphère boréal.

Temps moyen.	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
Paris.........	90°−23°. 0′	90°−11°.56′	90°+18°.19′	90°+34°. 9′	90°+17°.38′	»	90°+ 22°.10′	90°− 11°. 6′
Toronto	90+ 3.12	90+23.45	90−52.48	90−56.51	90+61.45	90+69.51	90+ 9.39	90+ 8.33

Hémisphère austral.

Temps moyen.	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
Hobarton	90°−12°.19′	90°−15°.24′	90°−35°.33′	90°−37°.42′	90°− 3°.41′	90°+43°.42′	90°+ 56°.26′	90°+ 22°.07′
Le Cap.......	90+37.26	90. 0	90−55.25	90−34. 0	90− 4. 7	90− 9.37	90+ 40.44	90− 22.13

» Il est clair, par le Tableau I, que la trace du plan fait le tour de l'horizon dans le sens 0°-90°-180°-270° sur l'hémisphère boréal, en sens inverse sur l'hémisphère austral. Au Cap, une rotation accessoire rapide a lieu dans l'après-midi, dans le sens même de la grande rotation diurne. D'après le Tableau II, sur les deux hémisphères, une même moitié de la trace du plan est constamment en arrière de la trace du vertical du Soleil, dans le mouvement de celle-ci, sans que l'écart maximum dépasse jamais considérablement 90°. La seule exception réelle à cette règle est l'avance, d'ailleurs faible, de 12°51′ à Paris, 9^h; les avances indiquées, pour le Cap, par les signes + se rapportent à la rotation subsidiaire signalée Tableau I : la trace du plan, qui suivait le vertical du Soleil, fait rapidement le tour de l'horizon et vient se remettre en arrière de cette trace pour continuer sa marche diurne régulière. En moyenne, le retard est maximum le matin et le soir, minimum aux passages méridiens. On a, en effet, pour les moyennes des retards

0^h.	3^h.	6^h.	9^h.	12^h.	15^h.	18^h.	21^h.
44°9′ min.	52°22′	52°59′	32°26′	23°45′ min.	72°64′	101°10′	105°13′

» Le Tableau III, enfin, prouve que l'inclinaison du plan oscille autour

de 90°, sans que jamais le plan passe sous l'horizon. En comparant les stations de Toronto et de Hobarton, on y voit le plan passer par 90° vers minuit et midi et s'incliner le matin vers l'ouest, le soir vers l'est. On peut donc énoncer les lois suivantes : *Pour des lieux suffisamment éloignés du parallèle décrit par le Soleil :* 1° *la trace du plan du courant fait le tour de l'horizon dans le sens des aiguilles d'une montre sur l'hémisphère boréal, en sens inverse sur l'hémisphère austral, c'est-à-dire toujours dans le même sens que le vertical du Soleil;* 2° *la trace du plan est en arrière de celle du vertical du Soleil dans le mouvement de celui-ci. L'écart est maximum le matin et le soir, minimum vers midi et minuit;* 3° *en même temps qu'il tourne autour de l'horizon, le plan oscille autour de la position verticale sans jamais atteindre l'horizon.*

» II. La discussion des deux premières lois conduit à la conclusion que les courants émergent de la région qui a le Soleil au zénith et que, soit dans la Terre, soit dans l'atmosphère, leur direction générale est parallèle à la surface du globe. De tels courants, en effet, suivront le mouvement du Soleil (première loi) et, en outre, le courant qui atteindra un lieu donné sera incliné, en arrière du mouvement du Soleil, sur le vertical de celui-ci, par l'action magnétique de la Terre; cette action tend à rendre perpendiculaires aux méridiens magnétiques, et rend concaves vers l'ouest, les courants qui des régions équatoriales se dirigent vers les pôles, l'écart étant maximum le matin et le soir, minimum aux passages méridiens (deuxième loi). La résultante de ces courants est généralement dans l'atmosphère (au-dessus de l'aiguille), comme l'indiquent les valeurs de ξ (Tableau I), à Paris, Toronto, Hobarton; mais les courants terrestres peuvent aussi l'emporter, comme cela se voit par les valeurs de ξ relatives au Cap, valeurs qui signalent un courant placé au-dessous de l'aiguille. La troisième loi enfin s'accorde avec la considération évidente que les courants qui agissent sur l'aiguille sont pendant la nuit, sur l'hémisphère boréal, ceux qui passent par le pôle boréal et que l'inverse a lieu sur l'autre hémisphère. On peut donc considérer comme renfermant la théorie des variations diurnes le théorème suivant : *Dans les différentes couches de l'atmosphère et de la Terre, le point qui a le Soleil au zénith est un centre d'expansion des courants* (point de potentiel maximum). *Les courants qui en émanent dans toutes les directions sont déviés vers l'ouest par l'action magnétique de la Terre; leur ensemble se déplace avec le centre d'expansion et c'est à eux que sont dues les variations diurnes de l'aiguille aimantée.*

» Au lieu de calculer la position du courant perturbateur, on pourra

étudier expérimentalement les forces perturbatrices en plaçant l'aiguille magnétique dans un champ magnétique uniforme, constant et de signe contraire à celui de la Terre ([1]). L'action de celle-ci étant annulée, les forces perturbatrices produiront tout leur effet et l'on pourra les étudier dans toutes leurs particularités. Quelques essais préliminaires me font penser qu'il sera possible de construire des *magnétomètres de perturbations* fondés sur ce principe. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'aldéhyde glycérique*. Note de M. **E. Grimaux**, présentée par M. Friedel.

« La mannite fournissant, d'après Gorup-Besanez, un glucose et de l'acide mannitique sous l'influence du noir de platine, j'ai cherché à appliquer ce procédé d'oxydation à la glycérine, dans le but d'obtenir l'aldéhyde glycérique $C^3H^6O^3$. Comme l'aldéhyde glycérique possède la même composition que le glucose et est, comme celui-ci, tout à la fois alcool polyatomique et aldéhyde, il y avait lieu de voir si elle pouvait se transformer en un glucose fermentescible ou même fermenter directement.

» La glycérine sèche, mélangée avec du noir de platine peu actif, acquiert bientôt un pouvoir réducteur énergique et prend une réaction acide. L'oxydation marche lentement: en l'observant dans des limites de temps variant entre 24 heures et 960 heures, on a constaté que le pouvoir réducteur évalué en glucose atteint un maximum de 30 à 35 pour 100 du poids du glucose. Avec le noir de platine très actif préparé par la méthode de M. Zdrawkowitsch, l'oxydation est très énergique; on est obligé de la modérer en étendant la glycérine du double de son poids d'eau. Le pouvoir réducteur atteint alors son maximum entre 4 et 8 heures; puis il diminue à mesure que l'acidité augmente, l'action oxydante du noir se portant sur l'aldéhyde déjà formée; comme dans les expériences avec le noir peu actif, le maximum du pouvoir réducteur évalué en glucose est de 30 à 35 pour 100 du poids de la glycérine.

» La masse est épuisée par l'eau et la liqueur concentrée au bain-marie dans le vide; elle possède alors les propriétés suivantes : elle réduit énergiquement la liqueur cupropotassique, et donne un miroir métallique

---

([1]) On pourrait aussi placer l'axe de rotation de l'aiguille dans la direction de l'inclinaison magnétique.

avec l'azotate d'argent ammoniacal; elle se colore en jaune par l'ébullition avec les alcalis, la chaux ou la baryte. Suffisamment concentrée, elle s'échauffe fortement avec le bisulfite de soude, et l'alcool précipite une matière gommeuse qui paraît être la combinaison bisulfitique, mais d'où il n'a pas été possible de retirer l'aldéhyde. Par addition d'un mélange de chlorhydrate de phénylhydrazine et d'acétate de soude, elle donne des précipités colorés. Par précipitations fractionnées, on obtient des dérivés hydraziniques différents : les uns solubles dans la potasse, les autres insolubles et qui n'ont pas encore été obtenus à l'état de pureté. Cependant le produit soluble dans les alcalis, après une cristallisation dans la benzine et une recristallisation dans l'alcool faible, a gardé le même point de fusion de 192° à 193°.

» Enfin le caractère le plus important des produits d'oxydation de la glycérine par le noir de platine est de fermenter sous l'influence de la levure de bière. Il se dégage de l'acide carbonique et il se forme de l'alcool dont la présence a été constatée seulement par la production d'iodoforme dans le liquide distillé. On a eu la précaution de soumettre en même temps à l'action de la levure la glycérine primitivement employée et qui n'a pas donné trace d'acide carbonique.

» La fermentation de l'aldéhyde glycérique brute a été observée plusieurs fois sur des produits d'opérations différentes; elle se fait lentement et n'est jamais complète : cette lenteur est due à la présence de la glycérine en excès. En effet, un mélange de 1^{gr} de glucose pur, de 3^{gr} de glycérine et 5^{gr} d'eau n'a donné, avec la levure de bière, que 60^{cc} d'acide carbonique en six jours, à la température de 30°; dans le même laps de temps, le produit d'oxydation de 5^{gr} de glycérine en a donné 15^{cc}; dans les deux cas, le dégagement de gaz a continué encore pendant deux semaines, mais avec moins de rapidité. La production de dérivés hydraziniques solubles dans la potasse, la faible quantité d'acide carbonique obtenue relativement au pouvoir réducteur, tendent à faire croire que, dans l'oxydation de la glycérine par le noir de platine, il se produit, outre l'aldéhyde glycérique, un acide aldéhydique. Les autres oxydants, acide chromique, acide azotique, chlore et brome ou soleil sur des solutions étendues de glycérine, fournissent également des produits extrêmement réducteurs.

» L'érythrite oxydée par le noir de platine s'attaque plus lentement; elle donne de même un produit que réduisent la liqueur cupropotassique, l'azotate d'argent ammoniacal, et paraît dégager de l'acide carbonique sous l'influence de la levure de bière.

» J'avais annoncé à la Société chimique, il y a plus d'un an (Procès-verbal de la séance du 9 août 1886; *Bulletin*, t. XLV, p. 481), le fait de la production d'un aldéhyde fermentescible dans l'oxydation de la glycérine par le noir de platine; depuis cette époque, j'ai continué ces recherches dans le but de séparer l'aldéhyde glycérique de la glycérine en excès, et je n'aurais pas encore communiqué ces résultats incomplets à l'Académie si je n'y étais obligé par la publication récente d'un Mémoire de MM. E. Fischer et J. Tafel (¹).

» Ceux-ci ont oxydé la glycérine et l'érythrite par l'acide azotique et ont transformé les produits de la réaction en phénylglycérazone et en phényl-érythrazone; la priorité appartient donc à MM. Fisher et Tafel pour la description de ces dérivés hydraziniques, qu'ils ont préparés à l'état de pureté et analysés; mais j'ai obtenu le premier, à l'état impur, l'aldéhyde glycérique et démontré sa propriété de fermenter sous l'influence de la levure, comme l'indique la Note insérée au *Bulletin de la Société chimique*, et dont M. Fischer, sans doute, n'a pas eu connaissance.

» MM. Fischer et Tafel ont en outre essayé d'obtenir l'aldéhyde glycérique au moyen du bibromure d'acroléine et ont préparé une azone qui correspond à un corps en $C^6H^{12}O^6$. J'indiquerai en passant qu'ayant essayé, il y a plusieurs années, de décomposer, dans le même but, le bibromure d'acroléine par l'eau ou l'hydrate de plomb, j'ai obtenu un mélange dont il ne m'a pas été possible de séparer d'espèce chimique définie, mais qui, dans quelques expériences, m'a donné avec de la levure de bière de petites quantités d'acide carbonique. En rapprochant ce fait de l'expérience si intéressante de MM. Fischer et Tafel, il y a lieu de croire que le bibromure d'acroléine peut fournir un glucose fermentescible de la formule $C^6H^{12}O^6$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide acétique synthétique et sur ses dérivés.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Ch. Friedel.

« Jusqu'ici, personne n'a préparé et examiné l'acide acétique synthétique pur et à l'état de liberté; personne ne l'a comparé avec l'acide acétique obtenu par les voies ordinaires, fermentation ou distillation sèche du bois, et que j'appellerai l'*acide acétique analytique*.

(¹) *Berichte der deuts. chem. Gesellsch.*, 25 août 1887.

» J'ai tenu à combler cette lacune. Une notable quantité d'acétonitrile synthétique, produit de l'action de l'iodure de méthyle sur le cyanure de potassium, a été transformée en acide acétique.

» On peut hydrater l'acétonitrile par deux voies, soit par les bases, soit par les acides. Je laisserai de côté l'action de la potasse caustique et celle de l'acide sulfurique en présence de l'eau. C'est l'acide chlorhydrique concentré qui m'a donné les meilleurs résultats.

» Une molécule d'acétonitrile, 41^{gr}, nécessite théoriquement une molécule d'acide chlorhydrique, 36^{gr},5 et 36^{gr} d'eau. J'ai fait réagir ces corps dans la proportion de 41^{gr} d'acétonitrile sur 100^{gr} d'acide chlorhydrique fumant à 40 pour 100. Cette opération a été réalisée à diverses reprises; dans l'une d'elles, j'ai mis en réaction 140^{gr} d'acétonitrile pur en une seule fois. Celui-ci se dissout dans l'acide et la réaction s'établit d'elle-même après quelque temps. La masse liquide s'échauffe, et il se dépose, même à chaud, une abondante cristallisation de sel ammoniac. On opère dans un appareil soigneusement refroidi. Afin de compléter la réaction, il est nécessaire de chauffer au bain d'eau pendant quelques heures.

» L'hydratation de l'acétonitrile, dans ces conditions, constitue une véritable expérience de cours.

» On distille ultérieurement la masse liquide jusqu'à siccité; on recueille ainsi de l'acide acétique aqueux mélangé de l'excès d'acide chlorhydrique; la présence de celui-ci ne gêne d'ailleurs en aucune façon pour la préparation de l'acide acétique cristallisable. Le rendement de l'opération est intégral.

» La transformation de l'acide acétique *aqueux* en acide acétique *cristallisable* est facile. On sature l'acide aqueux, mélangé d'acide HCl, par du carbonate sodique. On décompose l'acide sodique qui en résulte par l'acide chlorhydrique *gazeux* et *sec*. Le sel pulvérulent est introduit dans une cornue tubulée en communication avec un réfrigérant.

» On distille jusqu'à siccité, au bain de sable. L'acide qui passe est assez pur pour se congeler spontanément, quand on opère en hiver.

» Le rendement de l'opération est presque théorique. Distillé, cet acide a passé presque totalement à 117°-118°. Par quelques cristallisations successives, en ayant soin de faire écouler les parties non congelées immédiatement, on peut l'obtenir aisément dans un état de pureté absolue. Sous la pression de 758^{m}, il a bouilli d'une manière fixe à 116°,8-117°, toute la colonne mercurielle dans la vapeur; au moment de sa congélation, le thermomètre a marqué 16°,2.

» J'ai tenu à le comparer avec l'acide acétique *analytique*.

» *a*. D'abord avec l'acide de la *fermentation*. Un échantillon de celui-ci, préparé avec soin, a bouilli, dans les mêmes conditions, à 116°,2-117°; au moment de sa congélation, le thermomètre a marqué 16°,2.

» *b*. Ensuite avec l'acide de la *distillation sèche du bois*. Il est moins aisé d'obtenir celui-ci dans un état de pureté absolue. L'échantillon que j'ai examiné a bouilli, comme les précédents, à 116°-117°; mais, au moment de sa congélation, le thermomètre n'a marqué que 15°,3.

» Au point de vue optique, ces trois échantillons se sont montrés identiques; leur indice de réfraction, pour la raie D, à une température un peu supérieure à celle de leur fusion, a été trouvé respectivement (¹) :

Pour l'acide acétique synthétique	1,37297
» de la fermentation	1,37310
» de la distillation sèche du bois	1,37310

» On sait combien il est aisé de conserver de l'acide acétique à l'état de surfusion; dans cet état, chacune de ces variétés cristallise immédiatement par l'introduction, dans sa masse, d'une parcelle des deux autres.

» Je me crois donc autorisé à conclure que *l'acide acétique est un, toujours identique à lui-même,* quelle que *soit son origine*.

» J'ai tenu à constater cette identité de l'acide acétique *synthétique* avec l'acide *analytique,* dans leurs dérivés, du moins dans ceux dont je fais usage dans les recherches que j'ai entreprises dans le but de déterminer la valeur relative des quatre unités d'affinité de l'atome du carbone, à savoir les acides *acétique monochloré* et *malonique*.

» J'ai consacré 75^{gr} d'acide acétique synthétique cristallisable à préparer de l'acide acétique monochloré $ClCH^2-CO(OH)$ par l'action du chlore gazeux, au soleil. L'acide que j'ai obtenu bouillait, sous la pression de 764^{mm}, à 184°-186° et fondait à 62°-63° en tube scellé.

» Son *éther éthylique* $ClCH^2-CO(OC^2H^5)$ a bouilli à 142°-144°; sa densité à 8° a été trouvée égale à 1,1722. Une partie de cet éther a servi à préparer l'*amide* $ClCH^2-CO(AzH^2)$. Celle-ci a pour point de fusion 119°.

Tous ces composés se sont montrés d'une parfaite identité, sous tous les rapports, avec les dérivés correspondants faits à l'aide de l'acide acétique ordinaire.

(¹) Ces chiffres sont la moyenne de six déterminations parfaitement concordantes, pour chaque échantillon. Je les dois à l'obligeance de mon collègue M. A. van Biervliet.

» 20^{gr} d'acide monochloro-acétique synthétique ont été consacrés à la préparation de l'acide *malonique,* d'après le procédé de Kolbe et Müller, en passant par l'acide *cyano-acétique* $CAz-CH^2-CO(OH)$. L'acide malonique obtenu par cette voie s'est présenté avec tous les mêmes caractères, tant physiques que chimiques, que l'acide malonique ordinaire, dérivé de l'acide acétique analytique. Il a fondu en tube scellé à 132°.

» *L'acide acétique monochloré et l'acide malonique sont donc aussi, l'un et l'autre un, toujours identiques à eux-mêmes, ne formant qu'une seule variété, quelle que soit la nature de l'acide acétique dont ils proviennent.*

» Cette identité m'autorise à faire usage des acides acétique monochloré et malonique, que fournit le commerce et qui proviennent de l'acide acétique analytique, pour la préparation des dérivés monosubstitués β, γ et δ du méthane [acétonitrile et nitrométhane (¹)]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la cyanamide sur les acides sulfoconjugués amidés aromatiques.* Note de M. **J. Ville**, présentée par M. Friedel.

« Depuis la découverte de la glycocyamine par Strecker, l'action de la cyanamide sur les acides carboxylés amidés a été étudiée dans un grand nombre de cas. En ce qui concerne les acides sulfoconjugués amidés, un seul produit d'addition est connu : c'est la taurocréatine ou taurocyamine obtenue par M. R. Engel et, après lui, par M. E. Dittrich. Jusqu'à ce jour, la méthode synthétique de Strecker n'a pas été appliquée aux acides sulfoconjugués amidés aromatiques. J'ai entrepris cette étude qui, au point de vue de l'isomérie, me paraît offrir un grand intérêt. Dans cette Note, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de mes recherches sur l'acide α-amidophénylsulfureux ou acide sulfanilique.

» Quand on chauffe au bain-marie pendant un certain temps une solution concentrée à chaud d'acide sulfanilique avec de la cyanamide, on obtient un produit nouveau. Les conditions les plus favorables pour sa préparation sont les suivantes : dans un flacon bouché à l'émeri, on introduit une solution bouillante de 10^{gr} d'acide sulfanilique dans 200^{cc} d'eau, 3^{gr} environ de cyanamide et 20 à 25 gouttes d'ammoniaque. Le flacon hermétiquement fermé est placé dans un bain-marie à niveau constant, et on l'y maintient pendant deux ou trois jours à une température voisine de 100°.

(¹) *Voir* ma Note (séance du 18 avril 1887).

La solution filtrée chaude laisse déposer par le refroidissement un produit cristallisé, constitué par des groupes de longues et minces lames prismatiques. Ce corps lavé et séché se présente sous la forme d'une masse très légère, d'aspect nacré. Soumis à une nouvelle cristallisation, il se dépose en aiguilles brillantes très belles. Ces cristaux sont anhydres, tandis que les cristaux d'acide sulfanilique renferment une molécule d'eau de cristallisation.

» L'analyse indique que ce corps répond à la composition du produit d'addition de la cyanamide et de l'acide sulfanilique, $C^7H^9Az^3SO^3$.

	Trouvé en centièmes.						Calculé pour
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	$C^7H^9Az^3SO^3$.
S.....	14,252	14,690	»	»	»	»	14,884 (1)
Az....	»	»	19,708	19,349	»	»	19,535 (1)
C.....	»	»	»	»	39,054	39,124	39,070
H.....	»	»	»	»	4,527	4,045	4,186
O.....	»	»	»	»	»	»	22,325

» Les réactions chimiques montrent que le corps obtenu est bien ce produit d'addition.

» L'hypobromite de sodium l'attaque et donne un dégagement d'azote.

» Les alcalis aqueux et bouillants le décomposent en acide sulfanilique, ammoniaque et acide carbonique. L'ammoniaque se dégage, et les acides sulfanilique et carbonique restent combinés à l'alcali. On sépare l'acide sulfanilique sous la forme de fines aiguilles quand on ajoute à la liqueur de l'acide chlorhydrique. Cette action est très lente; il faut maintenir longtemps l'ébullition pour assurer la décomposition complète du produit.

» Ce corps se comporte donc comme une créatine. C'est le produit d'addition de la cyanamide avec l'acide sulfanilique, l'*α-amidophénylsulfocyamine* ou *sulfanilocyamine*, $C^6H^4 \begin{cases} AzH.C \begin{cases} AzH^2 \\ AzH \end{cases} \\ SO^3H \end{cases}$.

» La sulfanilocyamine est neutre aux réactifs colorés, sans odeur ni saveur appréciables. Elle est très peu soluble dans l'eau froide, bien moins soluble que l'acide sulfanilique; ce dernier, en effet, se dissout à 15° dans 112 parties d'eau, tandis que la sulfanilocyamine exige pour se

(1) L'acide sulfanilique anhydre $C^6H^7AzSO^3$ renferme en centièmes 18,497 de soufre et 8,092 d'azote.

dissoudre à cette température 210 parties de dissolvant. La même relation de solubilité s'observe entre d'autres créatines et leurs acides amidés générateurs. La solubilité augmente considérablement avec la température; à 47° ce corps se dissout dans 72 parties d'eau, et à 96° dans 15 parties. L'alcool absolu, même bouillant, ne dissout que des traces de sulfanilocyamine; l'éther n'en dissout pas du tout.

» Soumise à l'action de la chaleur, la sulfanilocyamine se colore légèrement à partir de 130°; puis, vers 180°, la masse devient pâteuse, se boursoufle, noircit et se décompose en donnant des fumées épaisses; il reste un charbon volumineux. Quand on opère dans un tube un peu long, ces fumées se condensent sous la forme d'un dépôt blanc jaunâtre. Ce produit complexe donne en présence de l'eau des carbonates d'ammoniaque et un composé à réaction acide dans lequel on décèle la présence de l'acide sulfureux et de l'aniline.

» La sulfanilocyamine se dissout à chaud dans les acides sulfurique et chlorhydrique; en éliminant ces acides, on retrouve la sulfanilocyamine non altérée; elle ne fournit pas de produit de déshydratation correspondant à la créatinine. On ne connaît pas également de produit de déshydratation pour la taurocyamine.

» Ce corps présente certaines réactions colorées qui, notamment, permettent de le distinguer de l'acide sulfanilique.

» Traité par l'hypobromite de sodium, il donne une liqueur rouge pourpre avec un dégagement d'azote, tandis que l'acide sulfanilique fournit une coloration jaune sans dégagement gazeux.

» L'acide azotique dissout à chaud la sulfanilocyamine en donnant un liquide incolore; dans les mêmes conditions, l'acide sulfanilique donne un liquide rouge foncé.

» L'action combinée du phénol et de l'hypochlorite de sodium, qui donne des réactions colorées, verte avec l'ammoniaque (Berthelot), bleu violacé avec l'aniline (Jacquemin), et, d'une manière générale avec les corps à fonction amine, peut être appliquée à la sulfanilocyamine. Si, dans un excès d'hypochlorite additionné d'une goutte de phénol, on projette quelques cristaux de sulfanilocyamine, ces cristaux se colorent en rouge vif et tombent au fond du vase en donnant des traînées d'un rouge carmin; l'agitation donne un liquide coloré en rouge : cette coloration est assez fugace. Dans les mêmes conditions, l'acide sulfanilique se colore en jaune.

» En résumé : l'acide sulfanilique forme avec la cyanamide un produit

d'addition analogue aux créatines, la sulfanilocyamine. Ce corps ne donne pas de produit de déshydratation correspondant aux créatinines, du moins dans les conditions ordinaires de formation de ces corps. L'étude des isomères montrera si c'est là une propriété commune aux acides sulfoconjugués amidés, due à la fonction acide SO^3H, qui ne se prêterait pas à cette déshydratation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'anémonine*. Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Friedel.

« L'anémonine est une substance neutre, non azotée, qui a été extraite de différentes anémones par Heyer. Cette substance, peu étudiée, n'a été l'objet d'aucun travail depuis quarante ans environ.

» J'ai extrait une certaine quantité d'anémonine en distillant l'*anémone pulsatilla* (210^{kg}) dans un courant de vapeur d'eau, jusqu'à ce que le liquide distillé ne fût plus coloré en jaune par la potasse. Ce liquide fut, à son tour, soumis à une nouvelle distillation et les trente-cinq premiers litres recueillis furent abandonnés dans une cave, où ils laissèrent déposer de l'anémonine au bout de quelques mois. L'anémonine brute fut purifiée par dissolution dans l'alcool, puis cristallisation dans la benzine qui l'abandonne en fines aiguilles. Soumise à l'analyse, elle a donné des chiffres qui correspondent à la formule $C^{15}H^{12}O^6$.

	Trouvé.	Calculé.
C..............	62,31	62,5
H..............	4,35	4,17

» Outre la partie soluble dans l'alcool, il reste une substance insoluble, ayant sensiblement la même composition, et qui fera l'objet d'une prochaine Note.

» L'anémonine fond à 156° et se décompose à 270°. Il reste alors un charbon volumineux, et il distille une certaine quantité d'anémonine, baignée d'un liquide qui semble être une aldéhyde non saturée. Ce corps fixe en effet le brome, s'unit au bisulfite de sodium et réduit le nitrate d'argent ammoniacal. Nous en avons eu une trop petite quantité pour en faire l'analyse.

» Chauffée avec de la poudre de zinc, ou avec de l'acide iodhydrique en tubes scellés, l'anémonine ne donne pas de réaction nette, la majeure partie de l'anémonine étant décomposée par la température élevée de la

réaction. Il nous a cependant été possible d'isoler quelques grammes d'un hydrocarbure volatil vers 150°, qui donne un dérivé nitré liquide, et qui a fourni à l'analyse les chiffres suivants :

C....................	89,6
H....................	11,0

» Cet hydrocarbure paraît donc être un cumène ou un cymène.

» L'anémonine est soluble à froid dans l'acide iodhydrique concentré et cette solution, abandonnée à elle-même, laisse déposer de l'iode. Le liquide, saturé par l'acide sulfureux, puis épuisé par le chloroforme, fournit un liquide présentant le point d'ébullition et la composition de l'hydro-anémonine que je décris plus loin. Il m'a cependant été impossible de le faire cristalliser en y ajoutant un cristal de cette substance.

» *Bromo-anémonine.* — Lorsque l'on dissout l'anémonine dans le chloroforme et que l'on ajoute du brome en excès, il se précipite, au bout de quelque temps, une matière cristallisée que l'on épuise par l'éther pour enlever une matière visqueuse qui s'y trouve mélangée, puis que l'on purifie par cristallisations dans la benzine bouillante. Il se dépose des octaèdres, non fusibles sans décomposition, répondant à la formule

$$C^{15}H^{12}O^{6}Br^{4}.$$

	Trouvé.		Calculé.
C........	30	28,90	29,60
H........	2,20	2,14	1,97
Br.......	52,5	52,48	52,96

» *Hydro-anémonine.* — La bromo-anémonine est facilement réduite, par l'hydrogène naissant, en solution acide. On dissout au bain-marie 10^{gr} de bromo-anémonine dans 150^{gr} d'alcool, on y ajoute autant d'acide chlorhydrique concentré, puis, peu à peu, des lames de zinc. La réduction s'effectue plus rapidement à la température de 100°. On ajoute alors de l'eau à la solution, on chasse l'alcool par distillation, et l'on épuise par le chloroforme. Celui-ci laisse, par évaporation, un sirop qui se prend en une masse cristalline d'hydro-anémonine. On la purifie d'abord en l'essorant à la trompe, puis, par compression, dans du papier à filtre, et enfin par cristallisations dans le pétrole bouillant.

» Elle forme alors de grandes lames incolores, fusibles à 78°, distillant

sans décomposition à 210°-212° sous la pression de 1^{cm} de mercure. Elle donne à l'analyse les chiffres suivants, qui correspondent à la formule

$$C^{15}H^{20}O^{6}, H^{2}O.$$

	Trouvé.	Calculé.
C..............	57,13	57,32
H..............	7,11	7,04

» Fehling a montré que l'anémonine, en se dissolvant dans les alcalis, donnait les sels d'un acide, qu'il a appelé *acide anémonique*. Malgré la fixation d'une molécule d'eau, l'hydro-anémonine n'a pas de propriétés acides, elle ne se dissout pas à froid dans les alcalis. Elle ne paraît pas non plus renfermer d'oxhydriles alcooliques ou phénoliques. Elle se dissout en effet dans l'anhydride acétique qui l'abandonne inaltérée par évaporation; le perchlorure de phosphore la convertit partiellement en anémonine sans donner de dérivé chloré.

» L'hydro-anémonine étant beaucoup plus stable que l'anémonine elle-même, nous la soumettons actuellement à l'oxydation et espérons obtenir des dérivés qui nous éclaireront sur sa constitution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés des résidus du gaz comprimé.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Cahours.

» Les deux hexabromures que j'ai préparés en partant de l'érythrite devaient aussi se former par l'action du brome sur le tétrabromure d'érythrène synthétique : l'expérience a confirmé cette prévision.

» En préparant le tétrabromure d'érythrène par la méthode de M. Caventou, j'ai été conduit à faire une étude succincte des résidus du gaz comprimé. Ces résidus, chauffés au bain-marie jusqu'à la température de 35° environ, dégagent des gaz dont une partie est condensée dans un ballon refroidi par de la glace fondante, et dont l'autre est absorbée par le brome.

» Les bromures ainsi formés sont soumis à des distillations fractionnées sous la pression atmosphérique. On obtient rapidement trois points fixes : l'un vers 148°, l'autre entre 156°-159°, le troisième à 167°.

» *Première portion.* — Le liquide passant à 148° n'est autre que le bromure d'isobutylène, ainsi que l'indiquent le point d'ébullition, l'analyse et la densité de vapeur. 6^{lit} d'huile de gaz fournissent aisément 100^{gr} de ce bibromure.

» *Deuxième portion.* — Elle est moitié moins abondante que la précédente et formée de bromure de diéthylidène.

» *Troisième portion.* — Elle est de beaucoup la plus abondante ; elle est constituée par du bromure d'éthylvinyle. M. Le Bel a déjà trouvé ce carbure dans les huiles de boghead et indiqué un procédé pour l'en extraire.

» Le ballon refroidi à 0° contient encore une certaine quantité des trois butylènes, mais surtout des carbures plus riches en carbone distillant entre 11° et 30°. Ces derniers, au contact du brome, donnent naissance au tétrabromure de M. Caventou mélangé de bromures liquides.

» *Dérivés du bromure d'érythrène.* — Ce bromure est soluble dans l'acide nitrique fumant en ébullition, et se dépose inaltéré par refroidissement.

» J'ai constaté que les lois de Berthollet, qui s'appliquent jusqu'à un certain point aux éthers chlorhydriques des alcools monoatomiques, ainsi que l'a montré Wurtz, ne s'appliquent pas également bien au tétrabromure d'érythrène.

» En effet, 1° le bromure d'érythrène est à peine attaqué à 180° par l'acétate de plomb dissous dans la benzine ; 2° si, à sa solution azotique, on ajoute du nitrate d'argent en poudre, il y a bien un dépôt immédiat de bromure d'argent ; mais, même après une demi-heure d'ébullition, avec un excès d'argent en dissolution, le bromure d'érythrène n'est jamais complètement saponifié.

» Projetons le liquide acide dans l'eau froide ; celle-ci reste limpide et l'éther en sépare une huile jaune odorante, insoluble dans l'eau, soluble dans l'ammoniaque qu'elle colore en jaune foncé. Ce corps, après lavages à l'eau et dessiccation, a pour densité 1,800. L'eau alcaline lui enlève du brome, de l'acide nitrique, de l'acide nitreux, et retient en dissolution une matière insoluble dans l'alcool et l'éther qui semble réductrice. D'après ces réactions et d'après l'analyse, ce composé paraît être un bromo-azotate d'érythrène nitré, dans lequel la substitution de AzO^3 au brome est plus ou moins avancée.

» Voici l'analyse d'un échantillon dont la composition se rapproche de la formule $C^6H^3(AzO^2)Br^2(AzO^3)^2$.

	Trouvé pour 100.	Théorie pour 100.
H	1,8	1,3
C	12,9	12,5
Br	38,0	41,0
Az	10,0	10,9

» *Dérivés basiques.* — A l'ébullition, l'aniline réagit vivement sur le bromure d'érythrène. Parmi les produits de la réaction, j'ai isolé une base répondant à la formule $C^4H^6Br^2(AzC^6H^6)^2$. L'éther la sépare des autres produits solubles dans l'eau. Elle est à peu près insoluble dans l'eau, fond à 62°, se colore en rouge brun par l'acide azotique et donne à l'analyse :

	Pour 100.	Théorie pour 100.
Br	41	40,2
C	47,5	48,2
H	4,9	5,0

» Cette base se dissout dans HCl concentré, mais le chlorhydrate formé se décompose dès qu'on étend d'eau : la base se dépose.

» L'orthotoluidine réagit aussi sur le bromure d'érythrène.

» J'ai constaté que les butylènes bromés ci-dessus décrits et le bromure d'éthylène étaient attaqués par l'aniline et par la toluidine à ébullition.

» Le bromure d'éthylène fournit avec l'aniline la base $C^2H^4(AzC^6H^6)^2$, fusible à 63°. Cette base a été déjà décrite par M. Hoffmann.

» *Éthylène ditolyldiamine.* — Le même bromure donne avec l'orthotoluidine la base $C^2H^4(AzC^7H^8)^2$. Celle-ci se sépare aisément de l'orthotoluidine en excès par addition d'acide bromhydrique.

» Le bromhydrate $C^2H^4(C^7H^8)^2 2HBr$ n'est en effet soluble que dans 30 parties d'eau bouillante environ, et cette solubilité diminue par le refroidissement, si bien que ce sel se dépose de la solution bromhydrique. Ce sel est partiellement décomposé par l'eau bouillante ; l'ammoniaque en précipite la base.

» L'éthylène ditolyldiamine est un corps solide, cristallisé, blanc, fusible à 72°. Elle se dissout dans 7 parties d'éther, dans 10 à 12 d'alcool froid, dans 300 d'eau bouillante. La solubilité dans l'éther et l'alcool augmente notablement avec la température. Sa saveur est peu prononcée ; son chlorure est franchement amer. En solution alcoolique, elle réagit nettement sur le diméthyl-orange, mais non sur la phtaléine.

» L'éthylène diphényldiamine réagit de la même façon sur ces réactifs colorés, non seulement en solution alcoolique, mais dans l'eau.

» Le chlorhydrate

$$C^2H^4(AzC^7A^8)^2, 2HCl (Cl \text{ pour } 100, 23,13; \text{ théorie}, 25,8)$$

est amer et peu soluble dans l'eau [1]. »

---

[1] Je poursuis cette étude au laboratoire de M. Gal, à l'École Polytechnique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le sébate de butyle.* Note de M. GUSTAVE GEHRING.

« Le sébate de butyle s'obtient lorsqu'on mélange l'acide sébacique avec un léger excès d'alcool butylique normal et lorsqu'on fait réagir sur ce mélange à chaud, au réfrigérant ascendant, un courant d'acide chlorhydrique gazeux. La réaction qui donne naissance à cet éther peut être exprimée par l'équation suivante :

$$C^{10}H^{16}O^4H^2 + 2C^4H^9OH = C^{10}H^{16}O^4(C^4H^9)^2 + 2H^2O.$$

Pour le préparer, on peut chauffer immédiatement au bain d'huile à 150°. Une température qui ne dépasse guère 160° ou 170° est suffisante pour accomplir cette éthérification. L'opération est terminée quand une goutte du produit de la réaction versée dans l'eau froide ne produit plus un louche laiteux. C'est ce qui a lieu environ en quatorze heures. Après refroidissement, on verse le liquide dans l'eau. On lave le produit qui surnage à l'eau alcaline, on le sèche sur le chlorure de calcium et l'on rectifie. On recueille ce qui bout entre 335° et 350°. Par une nouvelle rectification de cette fraction, on recueille un liquide qui passe entre 341° et 346° et dont l'analyse concorde avec la formule $C^{10}H^{16}O^4(C^4H^9)^2$.

» Le sébate de butyle est un liquide incolore, ayant une odeur agréable et aromatique et une saveur brûlante. Il est insoluble dans l'eau, miscible en toute proportion à l'alcool, mais moins facilement à l'éther. Sa densité à 0° est 0,9417, et à 15°, 0,9329. Il bout, sous la pression ordinaire, de 344° à 345°, sans décomposition. Quelques gouttes sur une baguette de verre brûlent avec une flamme éclairante dont le noyau est d'un magnifique bleu foncé. Avec un bec de Bunsen, il ne peut être enflammé à sa surface. L'acide sulfurique concentré le décompose, même à froid, avec dégagement d'acide sulfureux. La potasse caustique le saponifie et l'ammoniaque donne un précipité blanc composé d'aiguilles microscopiques, la sébamide, $C^8H^{10}\left\{\begin{matrix} CO-AzH^2 \\ CO-AzH^2 \end{matrix}\right.$. Le chlore, sous l'influence du soleil, le transforme, après plusieurs jours, en un corps solide avec dégagement d'acide chlorhydrique. Cela tient probablement à ce qu'il se forme un éther per-

chloré

$$C^{10}H^{16}O^{4}(C^{4}H^{9})^{2} + 34Cl = C^{10}Cl^{16}O^{4}(C^{4}Cl^{9})^{2} + 34HCl.$$

Je me propose de revenir sur ce point ultérieurement [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les créatines et les créatinines; formation de l'α-amidocaprocyamine et de l'α-amidocaprocyamidine.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« *α-amidocaprocyamine.* — Cette créatine s'obtient en abandonnant pendant plusieurs mois une solution aqueuse de leucine additionnée d'un grand excès de cyanamide et de quelques gouttes d'ammoniaque.

» Il est nécessaire d'employer au moins 2 parties de cyanamide pour 1 partie de leucine, c'est-à-dire cinq à six fois plus de cyanamide qu'il n'en faut théoriquement, car la réaction se fait difficilement, sans doute à cause de la faible solubilité de la leucine dans l'eau. Il est même préférable d'ajouter en plusieurs fois la cyanamide, par exemple en quatre fois, et à des intervalles d'un mois environ. Trois à quatre mois après la dernière addition de cyanamide, on évapore au bain-marie et l'on reprend par l'alcool bouillant qui enlève la dicyandiamide. Il reste un résidu insoluble. Celui-ci est traité à plusieurs reprises par l'alcool bouillant, puis on le fait cristalliser dans l'eau.

» On obtient ainsi une substance qui se dépose en amas formés de lamelles arrondies et rayonnantes. Cette substance ne renferme pas d'eau de cristallisation. Son analyse donne des nombres qui répondent à la composition de l'α-caprocyamine ayant pour formule

$$AzH = C \begin{cases} AzH^{2} \quad \overset{CO.OH}{|} \\ AzH-CH-CH^{2}-CH^{2}-CH^{2}-CH^{3}. \end{cases}$$

	Calculé.	Trouvé.
C.	48,55	48,36
H.	8,67	8,78
Az.	24,28	23,97

» Cette créatine est peu soluble dans l'eau froide; à 16°, 1 partie exige

(1) Collège de France, laboratoire de M. le professeur P. Schützenberger.

89 parties d'eau pour se dissoudre; elle est plus soluble dans l'eau chaude. Dans l'alcool, elle est à peine soluble; à 16°, il faut 295 parties d'alcool pour en dissoudre 1 partie; elle est un peu plus soluble dans l'alcool bouillant.

» *α-amidocaprocyamidine.* — On obtient cette créatinine en traitant à l'ébullition, pendant quelques heures, l'α-amidocaprocyamine par de l'acide sulfurique étendu, enlevant l'acide sulfurique par la baryte, puis l'excès de cette base par l'acide carbonique, évaporant à sec, reprenant par l'alcool bouillant et faisant cristalliser. On obtient ainsi des cristaux en aiguilles groupées en étoiles.

» Ces cristaux, soumis à l'analyse, répondent parfaitement à la composition de l'α-caprocyamidine, qui a pour formule

$$AzH = C\begin{cases} AzH-CO \\ AzH-\overset{|}{C}H-CH^2-CH^2-CH^2-CH^3. \end{cases}$$

	Calculé.	Trouvé.
C	54,19	54,04
H	8,39	8,52
Az	27,10	27,08

» Cette créatinine exige à 22° dix-huit fois son poids d'alcool pour se dissoudre; elle est beaucoup plus soluble dans l'alcool bouillant.

» L'α-caprocyamidine a à peu près la même solubilité dans l'eau que l'α-caprocyamine; cristallisée à l'aide de ce dissolvant, elle se présente sous la forme d'une masse de fines aiguilles soyeuses, anhydres.

» Cette créatinine, de même que les autres créatinines que l'on obtient à l'aide des créatines correspondantes, a une grande tendance à repasser à l'état de créatine; ainsi, il suffit de maintenir un certain temps en ébullition une solution aqueuse d'α-caprocyamidine ou même d'évaporer à sec une dissolution dans l'eau de cette substance, pour qu'une certaine quantité de ce corps se transforme en α-caprocyamine. En reprenant par l'alcool bouillant, on sépare la créatine qui a pris naissance.

» La leucine, en agissant sur la cyanamide, donnant naissance à une *créatine*, tandis que les acides α-méthylamidocaproïque et α-éthylamidocaproïque donnent naissance, comme je l'ai montré (¹), à une *créatinine*,

---

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1583; 1883.

l'hypothèse que j'ai émise sur la formation de ces corps (1) reçoit ainsi une nouvelle vérification. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les amines contenues dans les eaux de suint.* Note de M. A. **Buisine**, présentée par M. Friedel.

« L'eau de suint (2) fraîche, examinée immédiatement après le lavage de la laine, ne renferme que des traces d'ammoniaque; mais, si on l'abandonne à elle-même, on constate que la quantité d'alcali volatil augmente notablement pendant les premiers jours; l'augmentation est ensuite beaucoup moins rapide, et il faut un temps relativement long pour qu'elle soit sensible. Ainsi, une eau de suint d'une densité de 1100 et laissant $206^{gr},5$ de résidu sec par litre nous a donné :

	Eau		
	fraîche.	vieille de 8 jours.	vieille de 10 mois.
Ammoniaque par litre.....	$0^{gr},38$	$1^{gr},55$	$2^{gr},40$

» L'ammoniaque contenue dans ces eaux est complètement éliminée par une ébullition prolongée; elle y existe à l'état de carbonate. Ce sel est le résultat de la décomposition de l'urée, qui est un des produits de la sécrétion sudorique et qui se transforme peu à peu dans les eaux de suint de la même façon que dans l'urine.

» Nous avons étudié la nature des amines mises en liberté pendant la concentration des eaux de suint; car on y trouve, outre l'ammoniaque, d'autres bases volatiles, qui n'avaient pas encore été caractérisées.

» Les vapeurs alcalines, dégagées d'une quantité importante d'eau de suint, vieille de quinze jours, furent recueillies dans de l'acide chlorhydrique, et le sel obtenu, après avoir été séché, fut épuisé à l'alcool absolu. Une petite portion seulement du chlorhydrate entre en dissolution, 5 pour 100 au plus.

» Les amines obtenues par la décomposition du chlorhydrate soluble dans l'alcool furent séparées au moyen de l'éther oxalique, par la méthode de M. Hofmann, que nous avons modifiée, M. Duvillier et moi, dans notre étude sur les bases de la triméthylamine commerciale (3).

(1) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 211; 1886.
(2) *Ibid.*, t. CIII, p. 66.
(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 289; 1881.

» Nous avons séparé ainsi du mélange, sous forme de diméthyloxamide, une forte proportion de monométhylamine que nous avons caractérisée par l'analyse de la diméthyloxamide, par l'insolubilité de son sulfate dans l'alcool et par l'analyse de son chloroplatinate.

» La presque totalité de l'alcali restant ne se combine pas à l'éther oxalique : c'est la triméthylamine que nous avons caractérisée par l'analyse de son chloroplatinate.

» Ces deux bases sont celles qui, combinées à l'acide chlorhydrique, constituent presque tout le chlorhydrate soluble dans l'alcool; les autres n'y existent qu'en quantité extrêmement faible.

» En résumé, les amines qui se dégagent en même temps que l'ammoniaque dans la concentration des eaux de suint sont principalement la monométhylamine avec une petite quantité de triméthylamine. Nous estimons que le mélange renferme ces bases dans les proportions suivantes :

Ammoniaque	95
Monométhylamine	4
Triméthylamine	1
	100

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage de la carotine contenue dans les feuilles des végétaux.* Note de M. A. Arnaud, présentée par M. Chevreul.

« La matière colorante rouge contenue dans les feuilles des végétaux s'obtient assez facilement cristallisée; c'est un carbure d'hydrogène qui possède les propriétés physiques et chimiques, ainsi que la composition de la carotine, dont la présence dans les feuilles se trouve ainsi démontrée. Dans mes recherches à ce sujet, publiées antérieurement ([1]), j'ai observé maintes fois que les feuilles de plantes vigoureuses, et par conséquent souvent les feuilles les plus vertes, me donnaient la plus forte proportion de matière rouge cristallisée; au premier abord, ce fait semble anormal, car la matière rouge n'est pas visible directement; elle se trouve masquée par la coloration verte de la chlorophylle.

» Cependant la carotine est un produit constant et normal de la vie

([1]) Arnaud, *Comptes rendus*, 17 mai 1886.

végétale; on la rencontre toujours, et sans exception, dans les feuilles des plantes en pleine végétation; ces feuilles lui doivent une partie importante de leur coloration.

» Pour vérifier cette manière de voir fondée sur quelques expériences, il devenait nécessaire de doser exactement la carotine dans les feuilles; ce dosage n'est pas sans présenter certaines difficultés, dues à la petite quantité relative de la substance, à son altérabilité et surtout aux matières étrangères qui l'accompagnent et qui en rendent la séparation et l'évaluation en poids impossibles; cependant, grâce à la puissance de coloration très intense de la carotine, j'ai pu la doser dans les feuilles avec une grande exactitude au moyen d'un procédé colorimétrique fondé sur les observations et expériences suivantes.

» 1° Les feuilles séchées dans le vide sec contiennent inaltérée la matière colorante rouge cristallisable, ce qui n'a pas lieu lorsque ces mêmes feuilles sont séchées à l'étuve en présence de l'air, même à basse température.

» 2° Le pétrole léger distillant au-dessous de 100° et exempt de benzine ne dissout pas la chlorophylle, mais il s'empare assez rapidement de la carotine, le tissu de la feuille, imprégné des matières albuminoïdes primitivement en solution dans le suc contenu dans les cellules, jouant un rôle très important dans ce cas; la carotine se diffuse comme au travers d'une membrane, et il s'effectue ainsi une sorte de dialyse en même temps que la chlorophylle se trouve retenue par affinité capillaire, comme dans les phénomènes de teinture; le pétrole n'est pas, en effet, suffisamment énergique pour enlever la chlorophylle au tissu, mais une fois cette même chlorophylle séparée de la feuille par un autre dissolvant, il la dissout très bien et en grande quantité.

» 3° La carotine se dissout rapidement et presque en toute proportion dans le sulfure de carbone, en lui donnant une coloration rouge de sang d'une très grande intensité, sensible encore à $\frac{1}{1000000}$.

» Voici le détail du procédé :

» On sèche les feuilles dans le vide sec, on en traite un poids connu, 20^{gr} par exemple, par un volume déterminé de pétrole léger, soit 1^{lit}; on laisse macérer dix jours à froid, en agitant de temps en temps; on prélève alors exactement 100^{cc} de la liqueur filtrée, on laisse évaporer à l'air dans une capsule très plate et l'on reprend le résidu par de petites portions du sulfure de carbone, de manière à obtenir exactement le volume de 100^{cc} représentant le dixième du liquide de macération et, par conséquent,

aussi le dixième de la carotine contenue dans les 20^{gr} de feuilles en expérience; le sulfure de carbone se colore en rouge d'autant plus intense qu'il y a plus de carotine; les autres substances, telles que les cires, les matières grasses, entrent également en solution; mais elles n'ont aucune influence sur la coloration, comme il est facile de le comprendre, tandis qu'elles rendent impossible le dosage par pesée en s'opposant à la cristallisation et à la séparation totale de la carotine.

» Une fois la solution de la matière rouge dans le sulfure de carbone obtenue, il faut apprécier la quantité de carotine d'après l'intensité de la coloration, on y arrive facilement et avec exactitude, à l'aide du colorimètre construit par M. Duboscq, légèrement modifié afin de pouvoir observer avec un liquide aussi volatil que le sulfure de carbone; il est nécessaire néanmoins d'interposer des verres bleus pour obtenir des nuances plus tranchées, qui rendent la comparaison plus facile; cette comparaison se fait avec des solutions contenant un poids connu de carotine cristallisée.

» La sensibilité de l'instrument est très grande : on peut apprécier les dixièmes de degré, et cela en comparant avec une liqueur type contenant seulement 10^{mgr} de carotine par litre, c'est-à-dire une solution au $\frac{1}{100000}$.

» Je me suis proposé en premier lieu de vérifier la proportionnalité de la coloration obtenue en prenant des poids différents d'un même lot de feuilles séchées dans le vide sec, traitées par un même volume de pétrole léger.

» *Première expérience.* — Feuilles d'épinard (*Spinacia oleracea*) contenant 88,5 pour 100 d'eau :

Feuilles sèches......................	15^{gr}
Pétrole léger.........................	1^{lit}
Degrés marqués au colorimètre.......	16°,5

» *Seconde expérience :*

Feuilles sèches......................	30^{gr}
Pétrole léger.........................	1^{lit}
Degrés marqués au colorimètre.......	8°,1

» En calculant la quantité de carotine que ces degrés représentent, et ceci à l'aide de la solution type de comparaison, on constate que degrés et quantités calculés sont presque exactement proportionnels avec le poids de feuilles employé : on obtient en effet, respectivement :

	Carotine.
Pour la première expérience.........	11^{mgr},57
Pour la deuxième expérience.........	23^{mgr},45

» Dans une seconde série d'expériences, j'ai dosé la carotine dans les feuilles de plantes d'espèces différentes. Voici les résultats obtenus; je compte les compléter par un grand nombre d'essais pendant la saison favorable.

Feuilles fraîches. Eau pour 100.	Feuilles sèches. 20gr dans 1lit de pétrole.	Degrés au colorimètre.	Carotine. en milligr. dans 1lit de solution.	Carotine. en milligr. dans 100gr de feuilles sèches.
88,5	Épinard (*Spinacia oleracea*).....	12	15,9	79,5
88,8	Épinard (autre échantillon)......	12,4	15,3	76,5
77,0	Ortie (*Urtica dioica*)...........	10	19,0	95,0
75,0	Herbe (différentes graminées).....	13,4	14,2	71,0

» La quantité de carotine contenue dans les feuilles n'est donc pas négligeable, elle approche souvent de $\frac{1}{1000}$ du poids des feuilles sèches et la coloration qu'elle leur communique doit modifier complètement la teinte que leur donne la chlorophylle, en y ajoutant du rabat, c'est-à-dire du noir, d'après la loi du mélange des couleurs de M. Chevreul.

» J'ai l'intention de rechercher la proportion de carotine dans les feuilles d'une même plante, prises à diverses époques de la végétation.

» Les résultats de ces nouvelles recherches feront l'objet d'une Communication ultérieure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison de l'hématine avec le bioxyde d'azote.* Note de M. **Georges Linossier**, présentée par M. A. Chauveau.

« On sait que l'hémoglobine possède la propriété de former avec un certain nombre de gaz, oxygène, oxyde de carbone, bioxyde d'azote, acétylène, des combinaisons cristallisables.

» Ces gaz se combinent-ils aussi à l'hématine? La solution de cette question n'est pas sans présenter un certain intérêt. Il n'est pas indifférent de savoir si dans l'hémoglobine la propriété de fixer les gaz appartient au noyau colorant ferrugineux ou au noyau albuminoïde. On connaît plusieurs combinaisons de cet ordre.

» Le corps que l'on désigne habituellement sous le nom d'*hématine* représente la combinaison de l'hématine réduite avec l'oxygène. (Il devrait être pour cette cause, et pour rappeler ses relations avec l'oxyhémoglobine dont il provient, appelé *oxyhématine.*) Il perd facilement cet oxygène sous l'influence des corps réducteurs et se transforme en hématine réduite, hémochromogène d'Hoppe-Seyler (à qui devrait être réservé le nom d'*hé-*

matine). Celle-ci peut à son tour absorber l'oxygène de l'air et se transformer en oxyhématine.

» Popoff a signalé et Iäderholm a étudié, dans des recherches dont j'ai contrôlé l'exactitude, une combinaison d'hématine réduite avec l'oxyde de carbone, caractérisée par un spectre d'absorption particulier.

» Enfin une dissolution alcaline d'hématine est profondément modifiée au point de vue de ses caractères optiques par l'addition d'une petite quantité de cyanure de potassium. Le spectre d'absorption de l'hématine ainsi modifiée est décrit par Hoppe-Seyler dans son Traité de Chimie. Ce fait peut permettre de supposer l'existence d'une combinaison d'hématine et d'acide cyanhydrique.

» Le bioxyde d'azote étant de tous les gaz celui qui forme avec l'hémoglobine la combinaison la plus stable, il était présumable qu'on réussirait à le combiner à l'hématine. C'est ce que l'expérience a confirmé.

» Une solution d'hématine réduite ou d'oxyhématine dans l'alcool ammoniacal absorbe énergiquement le bioxyde d'azote. Elle devient d'un rouge brillant non dichroïque. Examinée au spectroscope, elle présente, au lieu du spectre classique de l'hématine en solution alcaline, un spectre analogue à celui de l'oxyhémoglobine. Il se compose, comme ce dernier, de deux bandes plus ou moins larges, suivant la concentration de la dissolution, et situées entre les raies D et E de Fraunhofer. La seconde est beaucoup moins nette que la première et est peu visible quand la solution est étendue.

» Ce spectre, dont les caractères varient quelque peu avec la concentration de la dissolution et la nature du dissolvant, est assez difficile à distinguer du spectre de l'hémoglobine oxyazotique. Ce dernier est toutefois plus intense et ses deux bandes sont d'une intensité à peu près égale; la première semble légèrement plus rapprochée de l'extrémité violette du spectre. Quand on traite à l'abri de l'air une solution d'hémoglobine oxyazotique par la potasse, une observation superficielle peut donc faire croire que ce réactif, qui détruit si facilement l'oxyhémoglobine, est sans action sur la combinaison oxyazotique. Il n'en est rien : un examen plus attentif permet de voir que l'hémoglobine oxyazotique est en réalité décomposée et qu'il se produit dans cette réaction de l'hématine oxyazotique identique à celle qu'on obtient par synthèse.

» L'hématine oxyazotique est moins soluble dans l'alcool ammoniacal que l'oxyhématine. Les réducteurs (sulfure d'ammonium, sels ferreux) sont sans action sur cette dissolution. L'oxygène de l'air l'attaque et la

transforme en oxyhématine en même temps que le bioxyde d'azote passe à l'état d'azotite d'ammonium.

» Il semble y avoir contradiction dans ce fait que l'oxygène déplace le bioxyde d'azote de sa combinaison avec l'hématine et est pourtant déplacé par lui dans l'oxyhématine; mais il faut remarquer que la substitution s'accompagne dans l'un et l'autre cas de la transformation d'une certaine quantité de bioxyde d'azote en azotite alcalin, transformation qui communique à la réaction dans son ensemble son caractère exothermique.

» Si, sur la solution où l'oxyhématine a été régénérée par l'action de l'oxygène, on fait agir un réducteur, il se produit un phénomène curieux : si l'on suit à l'aide du spectroscope les phases de la réaction, on voit d'abord apparaître les bandes caractéristiques de l'hématine réduite, puis ces bandes s'effacent peu à peu et sont remplacées par le spectre de l'hématine oxyazotique. J'interprète ainsi cette réaction : le réducteur (sulfure alcalin ou sel ferreux) agit d'abord sur l'hématine qu'il réduit; puis il porte son action sur l'azotite alcalin dissous dans la liqueur et régénère du bioxyde d'azote qui se combine instantanément à l'hématine réduite. J'ai constaté que les deux réducteurs ci-dessus agissent en effet sur les solutions alcalines des azotites; la réduction est profonde et l'azote se dégage à l'état d'ammoniaque. Ne peut-on supposer que cette réduction s'arrête au terme intermédiaire bioxyde d'azote en présence de l'hématine, qui forme avec ce gaz une combinaison sur laquelle les mêmes réducteurs sont, nous l'avons constaté, sans aucune action?

» Je poursuis l'étude de ce composé, et je compte que cette étude me servira de point de départ pour un travail d'ensemble sur les combinaisons de l'hématine avec les gaz. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Variations de l'acide phosphorique dans le lait de vache*. Note de M. **A. Andouard**, présentée par M. Berthelot.

« Malgré les travaux considérables dus à MM. Boussingault, Dumas, Becquerel et Vernois, etc., en France, Kühn, Wolff, Granven, Playfair, etc., en Allemagne, les modifications que subit la composition du lait pendant le cours de la lactation sont encore incomplètement connues. Les variations de quantité qu'éprouve l'acide phosphorique, notamment, ne semblent pas avoir été l'objet de recherches suivies. Les expériences que je vais résumer ont été entreprises dans le but d'aider à combler cette lacune et de

vérifier les faits généralement admis, en ce qui concerne les changements relatifs aux autres principes constituants du lait. Elles ont porté sur quatre vaches de race parthenaise, de taille et de poids à peu près semblables, et dont l'âge variait de quatre à onze ans.

» Ces animaux ont été mis en observation au même moment, huit à quinze jours après le part. L'un d'eux (nº 1) a été nourri constamment au pâturage, avec un complément nécessaire de foin et de son de froment. Les trois autres ont été maintenus en stabulation et ont consommé des rations identiques, dans lesquels j'ai fait entrer les principaux fourrages appliqués dans l'ouest à la nourriture des vaches laitières (chou, betterave, rutabaga, pomme de terre, légumineuses, etc.). J'ai donné, à l'état cru, les racines et les tubercules, pour me conformer aux usages locaux. La supériorité des aliments cuits a été surabondamment démontrée, je ne me suis pas préoccupé de l'affirmer de nouveau.

» Chaque régime a été continué pendant trois semaines au moins, parfois pendant quatre et six semaines, de manière à effacer entièrement des résultats l'action perturbatrice qui accompagne souvent tout changement dans l'alimentation. Les rations ont été calculées de manière à fournir aux animaux une quantité de substance sèche rigoureusement comprise entre 2,5 et 3 pour 100 de leur poids vif. Cette proportion a toujours été suffisante. Voici les conclusions qui découlent de mes recherches :

» 1º L'acide phosphorique a diminué dans le lait, du commencement à la fin de la lactation, dans la proportion suivante :

Pour la vache nº 1........	10,46	pour 100 de son poids initial,
» » nº 2........	14,91	» »
» » nº 3........	26,50	» »
» » nº 4........	45,39	» »

» 2º Le beurre et surtout le sucre ont également diminué de quantité pendant la même période.

» 3º Sur les quatre vaches, deux ont donné une proportion croissante de caséine, deux une proportion décroissante.

» 4º L'augmentation de la somme des éléments solides du lait, dans le cours de la lactation, n'est donc pas un fait constant.

» 5º L'âge des vaches en observation n'a paru influer que sur la quantité du lait; c'est le plus jeune sujet qui produisait le moins.

» 6º La valeur nutritive des aliments a manifestement accru la quantité comme la qualité du lait.

» 7° Contrairement à l'affirmation de Krœmer, les fourrages verts sont préférables aux fourrages secs, pour l'entretien des vaches laitières.

» 8° Les meilleurs fourrages verts de la région de l'Ouest sont, de beaucoup, le chou et les légumineuses. Viennent ensuite, par ordre de mérite, la pomme de terre, le rutabaga, la betterave, le maïs.

» 9° Les différentes phases constatées dans le temps de la lactation sont susceptibles d'une très large extension.

» 10° L'individualité paraît être le facteur le plus important parmi ceux qui modifient l'abondance et la composition du lait. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Influence des matériaux employés à l'aménagement d'un sondage sur la composition d'une eau minérale de Montrond (Loire).* Note de M. **Terreil**, présentée par M. Daubrée.

« Au mois de janvier 1886, M. Laur m'a remis, pour en faire l'analyse, une eau minérale provenant d'un deuxième forage que la Société anonyme des Sondages du Forez et du Roannais venait de faire exécuter à Montrond (Loire).

» Cette eau est alcaline; elle présente la propriété inattendue de devoir ce caractère à de la soude et à de la chaux qui s'y trouvent à l'état *caustique*, sans trace d'acide carbonique; elle ne fait point effervescence avec les acides, elle ne donne aucun précipité avec le chlorure de baryum; l'azotate d'argent y détermine un précipité brun clair d'oxyde d'argent, soluble dans l'ammoniaque et dans l'acide azotique.

» J'ai pensé alors que les matériaux employés à l'aménagement du sondage pouvaient avoir modifié la composition de l'eau; pour vérifier ce fait, j'ai analysé, trois mois plus tard, un nouvel échantillon prélevé à Montrond le 5 mars 1886.

» Ce deuxième échantillon présentait la même composition que le précédent. Au mois de janvier 1887, je fis une troisième analyse de l'eau de Montrond. A ce moment, cette eau ne contenait plus que le quart de la soude à l'état caustique, le reste était carbonaté; en outre, elle ne renfermait plus trace de chaux.

» Les analyses qui suivent présentent la composition des échantillons d'eau analysés en janvier 1886 et en janvier 1887 :

	Janvier 1886.	Janvier 1887.
	gr	gr
Soude	0,698	0,620
Potasse	traces	traces
Chaux	0,295	»
Magnésie	0,001	»
Protoxyde de fer	0,003	0,011
Acide carbonique	»	0,270
Acide sulfurique	0,019	non dosable
Acide phosphorique	traces	0,002
Chlore	0,013	0,017
Silice	0,007	0,064
Matières organiques	traces	0,060
	1,036	1,044

» Ces éléments peuvent être groupés comme il suit :

	Janvier 1886.	Janvier 1887.
	gr	gr
Soude caustique	0,679	0,155
Potasse	traces	traces
Chaux	0,282	»
Magnésie	0,001	»
Protoxyde de fer	0,003	0,011
Carbonate de soude	»	0,650
Sulfate de soude	»	traces
Phosphate de soude	traces	0,004
Silicate de soude	0,014	0,130
Chlorure de sodium	0,021	0,028
Sulfate de chaux	0,033	»
Matières organiques	traces	0,060
	1,033	1,038

» Ces analyses démontrent que la composition de l'eau de ce deuxième sondage de Montrond a été profondément modifiée par la chaux contenue dans les matériaux employés à l'aménagement du travail de sondage : cette chaux a décarbonaté la soude et précipité à l'état insoluble presque toute la silice, l'acide phosphorique et les matières organiques combinées au fer. On peut penser que, dans un temps plus ou moins rapproché, cette eau aura repris sa composition normale. On voit ainsi que des corps étrangers peuvent exercer de l'influence sur la composition des eaux minérales et qu'il faut apporter une grande prudence dans l'examen des eaux nouvellement découvertes. »

MINÉRALOGIE. — *Nouveau procédé de reproduction de la crocoise.* Note de M. L. Bourgeois, présentée par M. Fouqué.

« On sait que la *crocoïse* ou *plomb rouge* a été artificiellement reproduite par Manross ([1]) et Drevermann ([2]). Le premier de ces expérimentateurs la préparait par fusion au rouge sombre du chromate de potasse et du chlorure de plomb en proportions équivalentes; le second mélangeait par voie de diffusion très lente des solutions de chromate de potasse et de nitrate de plomb. Le procédé Manross offre l'inconvénient d'être d'un emploi très délicat; on n'obtient le plus souvent qu'un faible rendement en crocoïse, presque tout le chromate passant à l'état d'un sel double chloruré, décomposable par l'eau, cristallisant en longs prismes hexagonaux réguliers. J'ajouterai qu'on obtient un meilleur résultat, mais non encore entièrement satisfaisant, lorsqu'on remplace le chromate neutre de potasse par le bichromate employé en excès. Quant au procédé Drevermann, il est long et toujours un peu incertain : il fournit, concurremment avec la crocoïse, beaucoup de matière amorphe et aussi un autre produit cristallisé, la *mélanochroïte* ou *phénicite* $3PbO, 2CrO^3$.

» La méthode dont j'ai l'honneur d'entretenir aujourd'hui l'Académie se recommande par son extrême simplicité, son application facile et sûre, et par l'homogénéité du produit qu'elle fournit; c'est, d'ailleurs, en suivant la même voie qu'on a obtenu, à l'état cristallisé, le chromate mercureux, le bichromate d'argent, le bichromate de thallium. On sait que le chromate de plomb est peu attaquable par l'acide azotique, plus, cependant, à chaud qu'à froid. Si donc on fait bouillir du chromate de plomb précipité avec de l'acide nitrique étendu de 5 à 6 fois son volume d'eau, puis qu'on décante ou qu'on filtre la solution chaude, celle-ci ne tarde pas à abandonner, par un refroidissement lent, des cristaux de chromate neutre de plomb : pour les isoler, il suffit de décanter l'eau-mère, de laver à l'eau et de sécher.

» On obtient des cristaux encore mieux formés si l'on a soin d'opérer dans un tube scellé, en évitant un excès de chromate, chauffant vers 150° et laissant lentement refroidir au sein du bloc Wiesnegg.

([1]) *Liebig's Ann. Chem. Pharm.*, t. LXXXII, p. 348; 1852.
([2]) *Ibid.*, t. LXXXIX, p. 11; 1854.

» La matière constitue des cristaux très brillants, d'une couleur orangé foncé ou rouge-hyacinthe ; si l'on chauffe légèrement, celle-ci passe au rouge cramoisi, puis au pourpre foncé, pour revenir par refroidissement à sa nuance primitive; la poussière est jaune de chrome. La densité est 6,29. Toutes les propriétés physiques et chimiques sont identiques à celles de la crocoïse naturelle.

» Examinés au microscope, les cristaux dont les dimensions peuvent atteindre quelques millimètres se montrent transparents et doués d'une très forte réfringence. Ce sont des prismes clinorhombiques avec les faces m (110), e^1(011) et quelquefois g^1(010) peu développés; tantôt il y a un fort allongement suivant m, tantôt m et e^1 sont également développés, en sorte qu'on a soit des aiguilles, soit des octaèdres obliques raccourcis, suivant que la liqueur est faiblement ou fortement acide. J'ai pu mesurer au goniomètre mm sur h^1 93°43′ (nat. 93°42′) et e^1e^1 sur p = 96°24′ (nat. 96°26′); j'ai mesuré également avec la platine tournante du microscope les angles plans du polyèdre me^1 et j'ai trouvé un accord satisfaisant avec les angles plans calculés. Les cristaux laissent passer sous l'épaisseur observée une lumière jaune, avec un léger pléochroïsme. Entre les nicols croisés, ils s'éteignent à 5°30′ au maximum de l'arête mm dans l'angle obtus ph^1, comme le fait la crocoïse naturelle; en lumière convergente, on aperçoit deux axes optiques écartés dans le plan g^1.

» L'analyse a été faite en attaquant la matière par l'acide chlorhydrique concentré chaud, dosant l'oxyde de plomb à l'état de sulfate et l'acide chromique à l'état d'oxyde de chrome; elle a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour PbO, CrO^3.
Oxyde de plomb............	68,5	68,9
Acide chromique............	30,9	31,1
	99,4	100,0

» Nous ajouterons, en terminant, que les observations qui précèdent pourraient être appliquées à la recherche microchimique soit du plomb, soit du chrome; car on réussit à produire des cristaux reconnaissables au microscope, même lorsqu'on opère seulement sur quelques milligrammes de matière ([1]). »

([1]) Laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France.

MINÉRALOGIE. — *Sur les associations minérales de la pépérite du puy de la Poix*. Note de M. **Ferdinand Gonnard**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Le puy de la Poix est une petite butte de pépérite située à peu de distance du puy de Crouël, et qui tend à disparaître dans un avenir peu éloigné. De même qu'au puy de Crouël, la roche est imprégnée de bitume, qui en exsude pendant la saison chaude. A sa base, on voit sourdre une source saline, sulfureuse et bitumineuse, qui, d'après les analyses données par Lecoq, renferme, par litre, environ 83^{gr} de sels divers ; le plus abondant d'entre eux est le chlorure de sodium, qui constitue plus de 85 pour 100 de la masse ; viennent ensuite le sulfate de soude et le carbonate de chaux, qui y entrent, le premier, pour $9\frac{1}{2}$ pour 100 et, le second, pour $2\frac{1}{2}$ pour 100. Le reste, c'est-à-dire 2 à 3 pour 100, est composé de plusieurs sels, parmi lesquels le chlorure de magnésium et le carbonate de magnésie, et des traces de silice et de soufre.

» La nature de cette eau minérale et le bitume qu'elle amène au jour ont depuis longtemps attiré l'attention des naturalistes ; mais, ainsi que je l'ai noté dans mon *Mémoire sur les zéolites de l'Auvergne*, il n'avait été, anciennement, observé dans la pépérite que quelques globules siliceux, diminutifs des belles calcédoines de la roche similaire de Pont-du-Château et des traces de matière pyriteuse ; et, dans les dépôts de la source, que quelques cristallisations plus ou moins confuses de soufre sur le bitume.

» En 1866, A. Julien y remarqua de petits cristaux à arêtes et à faces courbes, que M. Damour rapporta à une giobertite calcaréo-ferrifère ; plus tard, en 1870, A. Julien trouva au même gisement des cristaux de mésotype très nets. Grâce aux deux observations de ce géologue, l'insignifiante butte (elle s'élevait à peine de 3^{m} au-dessus de la plaine), qu'on a décorée du nom de puy, prenait une place marquée parmi les gisements minéralifères les plus intéressants du Puy-de-Dôme.

» Depuis, j'ai recueilli moi-même, ou j'ai reçu d'un de mes correspondants de Clermont-Ferrand, le Frère Adelphe, de la Doctrine chrétienne, un certain nombre d'échantillons de pépérite du puy de la Poix, dont l'examen m'a permis d'accroître encore la liste des minéraux formés dans cette roche au moyen d'éléments apportés par l'eau de la source.

» Les espèces minérales dont j'ai ainsi constaté l'existence dans cette pépérite sont la calcite et le gypse.

» En résumé, on a trouvé dans ce gisement les associations suivantes :

Bitume,	Mésotype,
Soufre,	Calcite,
Pyrite,	Giobertite,
Calcédoine,	Gypse,

auxquelles il conviendrait de joindre le sel gemme, que font disparaître les eaux de pluie.

» Laissant de côté les trois premiers de ces minéraux, je me bornerai à donner les caractères des cinq autres et leur mode d'association dans la roche du puy de la Poix.

» *Calcédoine*. — Elle ne se trouve qu'en très petits globules gris bleuâtre, qui m'ont paru spécialement associés aux cristaux de giobertite dans les fissures de la pépérite.

» *Mésotype*. — Les cristaux de mésotype se trouvent implantés ou couchés dans des filonnets de 3^{mm} à 4^{mm} au plus de puissance; ils présentent les formes habituelles à cette espèce, $mb^{\frac{1}{2}}$, $mg^1 b^{\frac{1}{2}}$. Parfois, ces cristaux, au lieu de rayonner, sont implantés à peu près normalement aux parois du filonnet, et alors le prisme a presque complètement disparu; il ne reste que de petites pyramides quadrangulaires. Ces cristaux de mésotype sont associés à la calcite. Rappelons que cette association se retrouve, quoique rarement, dans le basalte du puy de Marman, où elle se montre agrandie. D'autre part, sans être abondante ni même commune dans les pépérites, la mésotype n'y fait pas défaut, et c'est ainsi qu'on la rencontre au sein de ces roches à Cournon, sur les bords de l'Allier.

» *Calcite*. — Les cristaux de calcite du puy de la Poix offrent la forme du rhomboèdre inverse e^1; de même que ceux que j'ai observés dans les géodes du puy de Marman, ils ne présentent aucune modification; ils ont la couleur jaune des rhomboèdres de calcite $e^{\frac{4}{5}}$, dits *cuboïdes*, du puy de Saint-Romain. Je n'ai rencontré ces cristaux de calcite que dans les filonnets de mésotype.

» *Giobertite*. — Cette espèce, dont le gisement est d'autant plus intéressant à signaler qu'on n'en connaît jusqu'ici qu'un nombre assez restreint (*voir* le 1er fascicule du t. II du *Manuel de Minéralogie* de M. Des Cloizeaux), se montre dans certaines anfractuosités de la pépérite en cristaux d'à peine 4^{mm} de longueur d'arêtes, isolés ou assemblés en groupes; la courbure de leurs faces et de leurs arêtes ne permet guère de mesurer les angles ou

de reconnaître les lois des groupements. Dépouillés, par une immersion dans le sulfure de carbone, du bitume qui les empâte, lorsque ce nettoyage n'a pas été fait naturellement par une longue exposition à l'air, ces cristaux sont d'un blanc de lait; ils se dissolvent sans effervescence à froid dans l'acide chlorhydrique, et la liqueur donne les réactions de la magnésie, de la chaux et du fer. Leur forme est celle d'un rhomboèdre basé, simulant l'octaèdre. Ils sont accompagnés de petits globules de calcédoine.

» *Gypse*. — Le gypse forme sur la roche du puy de la Poix des croûtes cristallines blanches, grises ou brunes, à éléments enchevêtrés et, par suite, peu distincts; la facilité avec laquelle on les raye par l'ongle laisse déjà pressentir leur nature; ces croûtes donnent une poudre gris jaunâtre qui, chauffée dans le tube, dégage une eau légèrement acide. La solution clorhydrique précipite par le chlorure de baryum; neutralisée par l'ammoniaque, elle donne un précipité soluble dans l'acide nitrique, insoluble dans l'acide acétique. »

ZOOLOGIE. — *Étude des étangs saumâtres de Berre (Bouches-du-Rhône). Faune ichtyologique*. Note de M. **A.-F. Marion**, présentée par M. E. Blanchard.

« Grâce au concours bienveillant des services administratifs de la Marine et à l'aide de la Direction générale de l'Agriculture, j'ai pu explorer, pendant plus d'une année, les étangs saumâtres des Bouches-du-Rhône. Leur étude fait surgir d'intéressantes questions de Zoologie pure et de science appliquée, que je voudrais soumettre rapidement à l'Académie, me réservant de les développer plus tard dans des Mémoires spéciaux. Je m'occuperai d'abord de l'étang de Berre, qui contient la faune la plus variée, sans doute parce que la nappe d'eau qui le forme occupe le pays depuis une période géologique ancienne, tandis que les lagunes du Delta du Rhône sont relativement récentes.

» L'étang de Berre s'étend sur environ 15 000^{ha}, et sa profondeur maximum, correspondant aux deux tiers de cette surface, varie entre 8^{m} et 10^{m}. Il reçoit en abondance les eaux douces d'un bassin important, par trois petites rivières, torrentueuses en hiver, par de nombreux ruisseaux, par des canaux d'irrigation dépendant de la Durance, et par des sources sous-marines appelées *Lourouns*. Les sédiments entraînés s'accroissent assez

rapidement dans quelques portions les moins profondes de l'étang, et plus particulièrement dans la région de Caronte, qui établit la communication avec la *grande Mer*, si bien que ce chenal a dû être creusé pour établir la navigation un moment empêchée et pour faire pénétrer plus librement les eaux du large. Toutefois la densité la plus élevée, même en été, ne dépasse jamais, dans l'étang de Berre, 2°,5 B., et elle reste très faible dans les parties les plus éloignées du Goulet, à Saint-Chamas et à Merveille (1° B., 0°,5 B.). Les variations thermiques sont naturellement très intenses dans ce golfe intérieur presque fermé. Nous avons constaté en juillet, près des plages basses, des températures de 27° à 30° C., dans toute l'épaisseur d'une nappe d'eau de 2^m, tandis que, pendant les hivers rigoureux, l'étang se couvre d'une couche de glace.

» La végétation est partout variée et puissante.

» La zone littorale est occupée par des Conferves, des Ulves, des Corallines, des Ceramium et surtout par une grande Cystoseire (*Cystoseira barbata* Ag.), que l'on voit encore dans les régions les moins salées, où elle est associée à une belle forme d'*Acetabularia*, plus haute et moins encroûtée que celle de la Méditerranée proprement dite. Les Posidonies sont remplacées dans l'étang par le *Zostera marina*, dont les prairies s'étendent jusqu'à 6^m de profondeur. A mesure que la salure baisse, la Zostère cède la place au *Ruppia maritima* et en quelques points même les Potamots et les Chara peuvent croître. Au-dessous de cette zone littorale, à partir de 5^m à 6^m, le fond est composé d'une vase plus ou moins sableuse, où sont établis des bancs de Moules et où abondent deux Algues rouges, *Sphærococcus confervoides* var. *ramulosus* Kutz. et *Polysiphonia arenaria* Kutz., citées l'une de la Baltique, l'autre de l'Adriatique. Les Ruppia, les Zostères et les Cystoseires de la zone littorale sont absolument recouvertes par des Diatomées de tous genres, que l'on retrouve dans l'intestin des poissons herbivores, principalement des Muges, qui tiennent la première place dans la faune ichtyologique de l'étang. Les espèces qui composent cette faune peuvent être rangées en diverses catégories : les unes sont absolument sédentaires, les autres opèrent des migrations plus ou moins régulières, quelques-unes enfin ne sont qu'accidentelles.

» A la première catégorie appartiennent dix espèces. Quatre sont des Lophobranches : *Hippocampus guttulatus* Cuv., *Siphonostoma argentatum* Ratke, *Syngnathus bucculentus* Ratke, *Nerophis ophidion* L., et vivent dans les prairies de Zostères jusque dans les parties les moins salées de l'étang. L'un de ces poissons, le *Syngnathus bucculentus*, identique avec les indi-

vidus de la mer Noire, n'avait pas encore été signalé en dehors de la Crimée. Il est associé dans l'étang de Berre au *Gobius lota* Cuv. et Val., au *Gobius jozo* L., au *Blennius pavo* Risso, au *Crenilabrus massa* Risso, au *Flessus passer* R., et enfin à l'*Atherina mochon* Cuv. et Val., dont les grandes bandes se déplacent sans jamais sortir de l'étang et fournissent annuellement à l'alimentation plus de 8000^{kg} de poisson, tandis que la pêche des Gobies et des Labres atteint 62 000^{kg}.

» Le groupe des espèces migratrices est moins caractéristique pour l'étang, mais il est le plus important par le nombre des espèces et des individus. Les Muges doivent être cités avant tous (*Mugil cephalus* Risso, *Mugil auratus* Risso, *Mugil capito* Cuv. et Val., *Mugil chelo* Cuv. et Val.). Ces poissons sortent en juillet et en août au moment du frai, et aussi en hiver par les grands froids; mais il en reste toujours de grandes bandes dans l'étang, auxquelles viennent se joindre les individus grands et petits qui rentrent au printemps. Le *Labrax lupus* Cuv. et Val., le *Chrysophris aurata* L., et l'*Anguilla vulgaris* C., opèrent des migrations identiques. Quatre autres espèces n'apparaissent au contraire dans l'étang qu'au printemps ou en été, pour sortir dès les premiers froids. Tel est le cas de la *Sardine*, de l'*Anchois*, de la *Meletta phalerica* Rond. et de l'*Atherina hepsetus* L. Ces poissons sont attirés par les nuées de Copépodes (*Dias* et *Temora*) qui pullulent dans cette petite mer intérieure. L'Aiguille (*Belone acus*) y pénètre en avril pour y frayer et y laisser de nombreux représentants durant toute l'année.

» A ces poissons il faut encore ajouter une dizaine d'espèces plus rares ou tout à fait exceptionnelles. Le *Sargus annularis* L., le *Box salpa* L., le *Dentex vulgaris* Cuv., le *Mullus surmuletus* L., se montrent en petites quantités durant la belle saison, principalement vers les passes de Caronte. L'Alose ordinaire est quelquefois en automne aux mêmes points, avec la Sole qui pénètre jusque vers les plages du Jaï. On mentionne enfin la capture dans Caronte de quelques *Trigla corax* R., de quelques *Scorpæna porcus* L., de l'Esturgeon commun, du *Caranx trachurus* C. B., du *Scomber scomber* Risso.

» On voit que cette faune présente dans sa composition un réel intérêt zoologique, mais elle mérite aussi de fixer l'attention au point de vue de l'industrie des pêches. L'étang de Berre fournit en effet en moyenne 400 000^{kg} de poissons par an. Les Muges à eux seuls comptent pour 150 000^{kg}. »

ZOOLOGIE. — *Sur la phylogénie des Bopyriens.* Note de MM. **A. Giard** et **J. Bonnier.**

« Les Bopyriens sont des animaux relativement rares et parasites sur un nombre restreint de genres de Crustacés appartenant aux groupes des Cirripèdes, des Copépodes, des Ostracodes, des Schizopodes et des Décapodes. En nous limitant pour le moment aux espèces parasites des Décapodes, et plus spécialement des Décapodes des mers d'Europe, nous remarquons ce premier fait intéressant que toute espèce de Décapode infestée par les Bopyriens l'est généralement par deux ou plusieurs espèces différentes, et cela très souvent dans une même localité, quelquefois même sur un seul individu. C'est ainsi que nous rencontrons, sur *Xantho floridus*, *Cepon pilula* G. et B. et *Cancrion floridus* G. et B.; sur *Pilumnus hirtellus*, *Cepon elegans* G. et B. et *Cancrion miser* G. et B.; sur *Portunus arcuatus*, *Cepon Portuni* Kossmann et *Portunion Salvatoris* Kossmann; sur *Pagurus Bernhardus*, *Phryxus Paguri* Rathke et *Pleurocrypta Hyndmanni* Sp. B. et W; sur *Galathea squamifera*, *Pleurocrypta Galatheæ* Hesse et *Gyge Galatheæ* Sp. B. et W; sur *Porcellana longicornis*, *Pleurocrypta Porcellanæ* Hesse et *Entoniscus Muelleri* G. et B.; sur *Callianassa subterranea*, *Ione thoracica* Montagu et *Pseudione* sp. Kossmann; sur les espèces du genre Hippolyte des Bopyriens des genres *Phryxus*, *Gyge*, *Bopyroides* et *Bopyrina*, etc. Tous ces Bopyriens, même les *Entoniscidæ*, sont en réalité des parasites externes. Cependant, au point de vue de la position qu'ils occupent sur leur hôte, les Bopyriens des Décapodes peuvent se diviser en trois groupes éthologiques distincts: 1° parasites abdominaux; 2° parasites branchiaux; 3° parasites viscéraux. Or, les diverses espèces infestant un même Décapode appartiennent généralement à des groupes éthologiques différents. Si nous cherchons des exemples analogues dans d'autres familles, nous pouvons citer les Branchiobdelles, dont trois espèces infestent l'*Astacus fluviatilis* chacune en une région spéciale du corps; trois espèces parallèles à nos types européens ont été également signalées chez l'Écrevisse du Japon. Un autre exemple nous est fourni par les Diptères de la famille des Œstrides dont plusieurs espèces, les unes cuticoles, les autres cavicoles ou gastricoles, infestent à la fois certains types de Cervidés ou d'Équidés. De pareils faits, absolument incompréhensibles dans l'ancienne hypothèse de la fixité de l'espèce, deviennent hautement instructifs si l'on admet la théorie de la descendance

modifiée. Ils nous indiquent, en effet, que plusieurs états d'équilibre symbiotique ont été successivement réalisés entre le phylum des parasites et celui de leurs hôtes. Bien mieux, dans le cas spécial des Bopyriens, nous pouvons, par l'étude attentive de l'embryogénie, déterminer l'ordre dans lequel ces divers états d'équilibre se sont produits, suivre pas à pas les modifications causées dans l'organisme par un parasitisme de plus en plus complet, et donner ainsi une classification vraiment naturelle de ces animaux.

» La première larve des Bopyriens est très uniforme dans tout le groupe. Par la longue durée de son existence pélagique, elle nous apprend que les ancêtres des Bopyriens ont été longtemps des formes libres. Par l'ensemble de son organisation, elle nous montre que cette forme ancestrale devait se rapprocher des *Ægidæ* et plus spécialement des *Eurydice*. Les particularités différencielles que présentent entre elles ces premières larves sont fournies principalement par la sixième paire de pattes thoraciques et sont en rapport avec la sortie de l'embryon de l'hôte qui hébergeait le parent, et nullement, comme on l'a supposé, avec son entrée dans un hôte nouveau ; de là résulte que les modifications sont nombreuses, surtout dans le groupe où le parasitisme est le plus profond, c'est-à-dire chez les *Entoniscidæ*.

» La deuxième forme larvaire libre a été nommée par nous *embryon cryptoniscien* ou *stade Cryptoniscus*, parce que le mâle des *Cryptoniscidæ* représente, d'une façon plus complète, cette phase transitoire du développement des autres Bopyriens. C'est sous cette forme que s'opère la fixation du Bopyrien sur son hôte, au début de la vie parasite. Nous avons constaté chez plusieurs Entonisciens (*Portunion Mœnadis* et *P. Kossmanni*) et chez le *Phryxus Paguri*, la présence de plusieurs embryons cryptonisciens, fixés sur des femelles adultes et pourvues de mâles. Nous avons même observé, chez certains d'entre eux, des spermatozoïdes en apparence mûrs et normaux. On peut se demander si, quand la place sur l'hôte est ainsi préoccupée, les larves cryptonisciennes ne jouent pas, au moins momentanément, le rôle de mâles complémentaires. La larve fixée ne tarde pas à subir une série de transformations qui, chez la femelle des *Cryptoniscidæ*, s'accomplissent d'une façon très différente de ce qui a lieu chez les autres Bopyriens.

» En outre, tandis que chez les *Cryptoniscidæ* le mâle s'arrête dans son développement à la deuxième forme larvaire, il continue d'évoluer chez les autres Bopyriens et prend un aspect plus ou moins idothéiforme. On re-

marque, de plus, qu'il existe une étonnante superposition de parasites et un triple parallélisme entre les genres *Cryptoniscus, Zeuxo, Danalia* de la famille des *Cryptoniscidæ*, les genres *Peltogaster, Lernæodiscus, Sacculina*, du groupe des Rhizocéphales, et les genres *Pagurus, Porcellana, Cancer* des Décapodes infestés.

» Enfin, la coexistence singulière de Cirripèdes parasites chez tous les types de Décapodes infestés par des Bopyriens et l'existence de formes telles que le *Phryxus resupinatus*, qui, quoique n'appartenant plus au groupe des Cryptonisciens, sont encore cependant parasites indirects des Décapodes, nous conduisent à cette hypothèse que les Bopyriens ont été introduits chez les Décapodes par les Cirripèdes Rhizocéphales. Tandis qu'une branche des *Cryptoniscidæ* est restée fidèle à ses premiers hôtes, un autre rameau s'est adapté au parasitisme direct sur les Décapodes et a donné naissance au groupe des *Phryxus*, des *Bopyrus* et des *Entoniscidæ*.

» Ainsi s'expliquerait par un fait d'atavisme éthologique la présence simultanée, si souvent constatée chez un même Décapode, d'un parasite rhizocéphale et d'un parasite bopyrien (*Sacculina Carcini* et *Portunion Mænadis*, *Entoniscus Porcellanæ* et *Lernæodiscus Porcellanæ*, etc.).

» La présence d'un stade phryxoïde dans l'évolution des femelles de la plupart des Bopyriens montre que le genre *Phryxus* peut être considéré comme la souche d'où sont issus, d'une part, les Ioniens, qui en sont en quelque sorte l'exagération, d'autre part, les Bopyriens branchiaux asymétriques.

» Ce stade phryxoïde s'observe chez les *Pleurocrypta*, les *Bopyrus*, les *Cepon*, les *Ione*, etc. Il a causé de nombreuses erreurs chez les zoologistes qui ont les premiers étudié ces animaux. Le stade *Phryxus* du *Cepon typus* a été pris par Duvernoy pour le mâle de ce Bopyrien. Le *Phryxus fusticaudatus* Sp. B. et W. est le stade *Phryxus* de *Pleurocrypta Hyndmanni* Sp. B. et W. (1); le *Phryxus longibranchiatus* Sp. B. et W. correspond en partie au stade *Phryxus* de *Pleurocrypta Galatheæ* Hesse *non* Sp. B. et W. (2).

» Chez les *Entoniscidæ*, le stade *Phryxus* se présente avec moins de netteté et il est possible que ce groupe ait divergé de la souche à une époque très ancienne, ce qui serait en rapport avec son parasitisme plus profond. »

---

(1) Nous avons rencontré ce Bopyrien de la cavité branchiale du *Pagurus Bernhardus* à Roscoff et à Equihen près Boulogne-sur-Mer.

(2) Nous avons étudié ce parasite de la *Galathea squamifera* à Roscoff et à Fécamp.

ZOOLOGIE. — *Observations pour la revision des Microsporidies.* Note de M. R. Moniez.

« Leydig et plusieurs autres observateurs ont indiqué chez divers animaux des parasites qu'ils ont identifiés aux corpuscules de la pébrine et dont les caractères n'ont pas été précisés jusqu'ici. Il faut faire exception, toutefois, pour l'espèce qui vit chez le ver à soie, dont nous devons la connaissance très complète à M. Balbiani, bien que plusieurs auteurs en aient récemment attribué le mérite à un savant russe. Nos observations nous ont amené à classer à côté du *Nosema bombycis* :

» 1° Le *Nosema helminthorum, nob.*; cette espèce vit chez certains Tænias inermes et je l'ai indiquée dès 1879; les spores du parasite s'observent en énorme quantité dans les mailles des tissus; elles pénètrent à l'intérieur des ovules dont elles n'empêchent pas toujours l'évolution, et c'est ainsi qu'elles passent à de nouveaux hôtes; ces spores sont ovales et mesurent près de 5^{μ} sur $2^{\mu},5$; elles présentent tous les caractères optiques et chimiques du parasite de la pébrine; elles se reproduisent par scissiparité et j'ai fréquemment rencontré les masses sporigènes ([1]).

» 2° La même espèce ou une forme très voisine a été vue chez l'*Ascaris mystax* par Bischoff, par Munk et par Keferstein; ce dernier considère les spores comme formées dans les filaments d'un champignon qui vivait chez l'un des Ascarides observés, sous l'épithélium de l'intestin et des organes génitaux. Comme tous les caractères du parasite de l'Ascaride sont conformes à ce que l'on sait des Microsporides, nous le plaçons ici, tant du moins que l'observation de Keferstein n'est pas confirmée.

» 3° Le *Nosema anomala, nob.*; il faudra peut-être en faire un genre nouveau. Nous avons retrouvé plusieurs fois à Lille cette espèce indiquée d'abord par Gluge; elle détermine sous la peau des Épinoches des tumeurs plus ou moins volumineuses, absolument remplies de spores qui mesurent en moyenne de 3^{μ} à $3^{\mu},5$ de longueur sur $1^{\mu},5$ de largeur. C'est à tort, suivant nous, qu'on a rangé cette forme parmi les Myxosporidies : en effet, les spores sont fort petites; elles ne présentent pas de suture ni de vésicules

([1]) J'ai plusieurs fois rencontré chez le *Tænia bacillaris* un parasite très différent, un véritable *Saccharomyces,* dont les éléments tantôt arrondis, tantôt allongés, mesurent dans le premier cas de 3^{μ} à 5^{μ} de diamètre et, dans le second cas, environ 6^{μ} de longueur sur 3^{μ} de largeur; il forme parfois d'assez longs chapelets ramifiés.

géminées et l'on ne trouve à leur intérieur que la tache claire si fréquente chez les autres Microsporidies. On peut observer, au milieu des spores, des masses protoplasmiques de forme variable, souvent très volumineuses, qui se colorent faiblement, tandis que les granules qu'elles contiennent se colorent avec intensité ; on doit sans doute les comparer aux masses plasmiques des Myxosporidies et elles forment vraisemblablement des spores. Nous avons, de plus, constaté l'existence de nombreuses masses sporigènes formées aux dépens d'une spore absolument comme pour les corpuscules de la pébrine; les spores se reproduisent aussi par scissiparité. Je n'ai pas trouvé trace du parasite dans le sang ni dans les tissus des Épinoches infestées.

» 4° Le *Nosema heteroica, nob.* Nous donnons ce qualificatif à l'espèce décrite par Vlacovich chez le *Coluber carbonarius;* elle est bien distincte et remarquable en ce que, comme le précédent, elle vit chez un Vertébré, mais elle ne forme pas de tumeurs à l'extérieur. Ce que le savant italien appelle des kystes-mères correspond aux masses sporigènes des autres Microsporidies.

» 5° Le *Nosema stricta, nob.*, seulement indiqué par Leydig chez le *Pachyrhina pratensis*. Nous l'avons trouvé à Lille chez presque tous les individus adultes et plusieurs fois aussi chez les larves; il mesure 5^{μ} de longueur sur $1^{\mu},5$ de largeur.

» 6° Claus a observé dans l'appareil circulatoire des Cyclops des productions qu'il considéra d'abord comme des spores de champignons. Plus tard, n'ayant pu les retrouver, il fit des réserves sur leur nature, se demandant s'ils n'avaient pas de rapports avec les corpuscules de la pébrine. Nous avons rencontré fréquemment à Lille, chez des Cyclops de diverses espèces, deux sortes, au moins, de Microsporidies. Nous appellerons la première *Nosema parva :* les spores sont ovales et mesurent $3^{\mu},5$ sur 2^{μ}; la tache claire est constante et occupe l'une des extrémités; les masses sporigènes sont relativement volumineuses. J'ai trouvé, au milieu des spores, des masses protoplasmiques présentant tous les caractères que nous avons indiqués dans les mêmes formations chez le *N. anomala*.

» Une deuxième Microsporidie, parasite des Cyclops, peut prendre le qualificatif de *virgula :* on pourrait la réunir dans un même genre avec notre *Microsporidia acuta* de *Daphnia pulex ;* elle mesure 8^{μ} de long sur 3^{μ} environ dans sa portion la plus large et se termine en pointe aiguë; la portion amincie est souvent un peu fléchie; il existe une vacuole à la base. Les masses sporigènes peuvent atteindre 30^{μ} de long sur 20^{μ} de large.

» Nous avons aussi trouvé, mais seulement chez le *Cyclops gigas*, une autre forme que nous croyons pouvoir identifier avec la *M. acuta* de *Daphnia pulex*.

» 7° Enfin, il faut compter dans ce groupe les espèces suivantes que nous avons sommairement décrites dans un autre travail : *Microsporidia (Nosema) obtusa, elongata, incurvata* et *ovata*.

» Au contraire, on doit retrancher des Microsporidies ;

» 1° Les *Amœbidium* et les *Botellus*, comme nous l'avons montré. Nous avons récemment trouvé une nouvelle espèce de ce dernier genre chez le *Candona candida*.

» 2° Le parasite observé pour la première fois chez le *Lecanium hesperidum* par Leydig, qui l'identifiait aussi avec le parasite du ver à soie. C'est un Ascomycète, voisin de ces formes dont l'une a été vue par Bütschli chez le *Tylenchus pellucidus* et considérée par cet auteur comme un Schizomycète, et dont l'autre, parasite de *Daphnia magna*, a été assez récemment étudiée par Metschnikoff sous le nom de *Monospora bicuspidata*. Je viens de décrire ce parasite au *Bulletin de la Société zoologique de France*, et l'ai appelé *Lecaniascus polymorphus*.

» 3° Le parasite découvert chez le *Tortrix viridiana* par M. Balbiani, qui, le premier, a montré son analogie avec les Myxosporidies.

» 4° Ces organismes trouvés par Leydig chez l'Abeille et qu'il compare à tort au *Closterium lunula*; nous avons rencontré des êtres que nous pensons fort analogues dans le sang des chenilles des *Vanessa Io* et *urticæ*; ils n'ont rien qui les rapproche des Microsporidies et ressemblent absolument aux spores pluriloculaires de la forme conidienne de certaines Sphæricées. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain carbonifère des Pyrénées centrales*. Deuxième Note de M. **Louis Lartet**, présentée par M. Hébert.

« Dans une Communication précédente [1], j'ai fixé l'âge des *schistes de Larbout*, si développés dans l'Ariège, entre Foix et Saint-Girons, en les rapportant, d'après leurs fossiles, au terrain carbonifère inférieur. Les schistes mêlés de bancs de grès quartzites et de poudingues à petits éléments siliceux, qui leur sont superposés, correspondent à des horizons

[1] *Comptes rendus*, 4 août 1884.

supérieurs du même terrain (*mill-stone grit*, ou base du houiller probablement).

» J'avais, il y a une douzaine d'années déjà, découvert quelques autres indices de l'existence du terrain carbonifère dans les Pyrénées centrales, où divers auteurs avaient cru, à tort, le reconnaître dans les calcaires cristallins à couzéranites (qui appartiennent à des niveaux bien différents) et où, par contre, Leymerie avait nié sa présence. Mais ces indices (fragments de *productus* dans les calcaires de la vallée d'Aure; empreinte végétale calamitoïde des schistes du chemin du col d'Aspin, donnée par moi à Émilien Frossard pour son Musée pyrénéen) ne me paraissaient pas suffisants pour motiver une affirmation aussi importante, et j'espérais trouver, comme cela est arrivé, des fossiles plus complets et plus nombreux dans ces gisements mêmes ou dans leurs prolongements.

» Ces recherches m'ont amené à suivre, pendant plusieurs années, le terrain carbonifère à travers nos montagnes et nos vallées pyrénéennes jusqu'aux cimes frontières, depuis l'Ariège jusqu'à la Navarre française, où il était connu depuis longtemps. J'ai pu constater ainsi que ce terrain se montre d'une manière continue, sur plusieurs bandes alignées le long de la chaîne. A mesure qu'on le suit vers l'ouest, on observe qu'il s'y intercale dans la partie moyenne un calcaire à *productus* et à polypiers qui, en certains points, atteint une épaisseur de 200^m.

» L'étage supérieur de schistes et de quartzites à empreintes végétales acquiert aussi plus de développement vers l'ouest et passe au terrain houiller des Basses-Pyrénées.

» Cet étage supérieur avait été considéré par Leymerie comme représentant le dévonien supérieur, ainsi qu'en témoigne sa coupe du val d'Aran qui passe par Argut et le pic de Pan [1]. Sur ce sommet (1739^m), j'ai trouvé, en effet, dans les schistes et les quartzites superposés aux griottes, comme dans l'Ariège, des *Calamites* et autres fossiles qui les classent comme carbonifères.

» De la vallée d'Aran, le carbonifère passe à la vallée de la Pique, puis de Cierp à celle de la Barousse, où j'ai pu observer un beau développement des schistes au sud de Sost et des bains de Ferrières; de là, longeant au sud le ruisseau de Salabé, ces schistes traversent jusqu'à la vallée d'Aure par Ardengost, où viennent s'intercaler les masses puissantes de

(1) LEYMERIE, *Bull. de la Soc. géolog. de France*, 3e série, t. III, p. 546 (1875), et *Description des Pyrénées de la Haute-Garonne*, p. 323, *Pl. VI* (1881).

calcaire à polypiers et à *Productus giganteus*, où j'avais depuis longtemps trouvé les premiers indices de ces fossiles. Cette zone carbonifère, très développée au nord d'Arreau, où elle avait été confondue avec des terrains plus anciens, occupe le fond de la vallée d'Aure sur 3^{km}, jusqu'au nord de Frechet. Elle remonte ensuite vers le col d'Aspin, dont elle recoupe en plusieurs points le chemin en lacets, et redescend vers Paillole, à l'extrémité de la vallée de Campan. Là, les schistes carbonifères reposent sur les *griottes*, exploités dans la célèbre marbrière de Lespiadet. Les calcaires leur succèdent bientôt, puis les schistes et quartzites à empreintes végétales, recouverts, comme toujours, en *stratification discordante*, par les grès rouges triasiques, un peu après le pont du Houeilhassat.

» La zone s'infléchit de là vers le nord, contourne le massif ancien du Pic du Midi et se dirige, en coupant le bas de la vallée de Lesponne par le col de Couret, vers la vallée d'Argelez, qu'elle traverse au nord de cette ville, reposant sur les griottes du Pic de Gès. Passant ensuite au Pic Berbeillet, elle redescend de là, entre Arbéost et Ferrières, dans la vallée d'Asson où l'on trouve, comme au Berbeillet, un beau développement de calcaires.

» La bande remonte ensuite par le col de Listos et le pic d'Auzu et gagne bientôt la vallée d'Ossau, où Coquand l'avait reconnue à Geten près de Laruns ([1]), d'après les fossiles recueillis par l'ancien berger Sacaze, fossiles sur l'authenticité de plusieurs desquels j'aurai l'occasion de revenir, ainsi que sur les observations stratigraphiques qui s'y rapportent.

» Une autre bande plus méridionale, comprenant le plus souvent plusieurs zones distinctes et parallèles, joue également un rôle important dans la constitution des cimes voisines de la frontière. Partie des contreforts de la Maladetta, elle passe par le fond de la vallée d'Aure, les cirques du fond de la vallée de Luz, le Piméné; suit au nord le gave des Tourettes jusqu'au port de Gavarnie et le haut de la vallée de Boucharo, où l'étage supérieur est bien développé et riche en empreintes d'Encrines et de *Calamites*. De là, la bande suit le versant espagnol et, aux environs de Sallent, rejoint la frontière, qu'elle occupe sur une notable étendue des deux côtés du col d'Anéou, présentant sur le versant français des fossiles dans les schistes et les calcaires, et sur le versant espagnol, de curieux accidents d'épanchement de quartz et de fluorine (mine du Roumiga), ainsi que quelques dépôts anthraciteux. Ce même terrain carbonifère contourne au

---

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXVII, p. 43; 1869.

sud le Pic du Midi d'Ossau et se dirige vers la vallée d'Aspe par les lacs d'Ayous où, sur les schistes à empreintes calamitoïdes, moutonnés par l'action glaciaire, repose une coulée de porphyre (bord ouest du lac Romassot) que surmontent les grès rouges triasiques du Pic d'Ayous, et qui paraît avoir métamorphosé, à son contact, les schistes carbonifères sous-jacents. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain silurien du Calvados.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Hébert.

« Dans ses *Observations sur les groupes sédimentaires les plus anciens du Nord-Ouest de la France,* insérées, en 1886, dans les *Compte rendus,* M. Hébert cite une coupe géologique prise au sud de Caen, entre Feuguerolles et Urville, et publiée en 1883 par M. Renault dans le *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie.*

« Elle est, dit M. Hébert, dirigée du nord au sud, et ses deux extrémités sont constituées par les assises bien connues du terrain silurien fossilifère, qui reposent en concordance sur les grès feldspathiques, dont les schistes, les grès rouges et les conglomérats pourprés forment la base. Au centre, se montrent les phyllades et grauwackes de Saint-Lô, verticaux. De chaque côté, les assises du système supérieur, parfaitement stratifiées, plongent en sens inverse de 50° en moyenne. Ces couches se sont déposées horizontalement sur la tranche des phyllades. Un mouvement de flexion, qui a relevé la partie centrale phylladienne, les a brisées et leur a donné leur position actuelle. »

» La même coupe avait déjà été partiellement reproduite dans le Traité de Géologie de M. de Lapparent : elle a donc de grandes chances de devenir classique ; et, pour cette raison, il n'est peut-être pas sans intérêt d'indiquer de quelle façon elle se prolonge vers le Nord en suivant la vallée de l'Orne, entre Feuguerolles et Caen.

» Le calcaire à graptolites de Feuguerolles correspond à un plan de symétrie, de part et d'autre duquel la série silurienne se reproduit en ordre inverse : le calcaire paraît enclavé dans des schistes ampéliteux, auxquels succèdent les grès quartzeux et fossilifères (étage de May), puis les schistes fossilifères (étage d'Angers), puis les grès feldspathiques et quartzeux (étage armoricain), enfin les phyllades (étage de Saint-Lô). Toutes les couches au nord de Feuguerolles sont renversées sur celles du sud, et affectent comme elles un plongement de 45° environ vers le nord : c'est un plissement isoclinal, limite d'un plissement synclinal, fai-

sant suite au plissement anticlinal constaté entre Urville et Feuguerolles.

» La vallée de l'Odon, à peu près parallèle à la vallée de l'Orne, à 8^{km} au nord-ouest de celle-ci, fournit une coupe toute différente : on y retrouve encore l'étage du grès armoricain, formé à sa base de marbre et de poudingues qui reposent sur les phyllades en stratification nettement discordante; mais les assises supérieures ont disparu. Tout porte à croire qu'en plan comme en coupe les couches sont complètement repliées, et que la charnière perce le sol entre les deux vallées. En outre, l'observation montre que la partie inférieure de l'étage armoricain a échappé au plissement, et qu'elle s'est décollée de la partie supérieure, par un phénomène qui a été artificiellement reproduit dans certaines expériences de M. Daubrée.

» Les couches siluriennes affleurant dans la région qui nous occupe sont très bien réglées, excepté lorsqu'on approche de la limite septentrionale : de ce côté, elles se terminent brusquement par des parties contournées et disloquées de la façon la plus curieuse, comme si la formation silurienne était venue s'écraser contre le massif de phyllades qui forme le sous-sol de la plaine de Caen. C'est ici le dernier terme d'une série d'ondulations rythmées qui commencent à se manifester au voisinage des masses granitiques de l'Orne et de la Manche, et qui se propagent à travers le Bocage normand, en se resserrant de plus en plus, jusqu'à ce renversement complet, suivi d'écrasement, que nous avons indiqué dans la présente Note. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique des Pyrénées ; le système cambrien.* Note de M. **E. Jacquot**, présentée par M. Hébert.

« Les terrains de transition constituent certainement la partie la plus obscure de la géologie des Pyrénées. La Carte générale, publiée en 1840, les a réunis sous une notation commune.

» En 1844, Durocher ([1]) a cru trouver, dans de nombreuses observations de direction, un motif pour y établir deux systèmes ayant des orientations différentes. Il s'est ainsi mis en contradiction avec Palassou ([2])

([1]) *Essai pour servir à la classification du terrain de transition des Pyrénées* (*Ann. des Mines*, t. VI, 4e série; 1844).

([2]) *Essai sur la minéralogie des monts Pyrénées*; 1787.

qui, dans un ouvrage trop peu connu, a montré la tendance qu'ont toutes les couches dans les Pyrénées à s'aligner parallèlement à l'axe de la chaîne. Les Cartes géologiques de l'Ariège et de la Haute-Garonne, tout en posant quelques jalons pour la division rationnelle des assises de transition, n'ont pas complètement résolu la question.

» Nous nous sommes proposé de la reprendre et de l'élucider au moyen de coupes transversales, prises dans la haute montagne. La présente Note a pour objet de résumer nos observations en ce qui concerne le système inférieur auquel nous avons conservé le nom de *cambrien,* sans prétendre établir aucun rapprochement avec celui auquel cette dénomination a été primitivement appliquée.

» Une des meilleures coupes est celle du port de Vénasque. L'hospice de France, point de départ de l'excursion, est bâti sur des schistes noirs dépendant de la formation silurienne; mais, par suite d'une faille, à peine engagé dans le sentier du port, on voit le terrain changer subitement d'aspect. On ne recoupe plus, en effet, que des phyllades et des schistes satinés, injectés de quartz. A la baraque située au delà du port, ils font place à un puissant dépôt calcaire uniformément composé d'assises minces, ayant l'apparence de dalles. On marche sur leurs tranches, lorsqu'on s'avance vers la vallée de l'Essera et, parvenu à la crête de l'escarpement, on remarque qu'elles passent sur le revers opposé. Suivant une disposition assez fréquente dans les Pyrénées, la série entière des assises traversées depuis le port plonge vers le sud sous un angle considérable et elle vient buter contre le granite de la Maladetta. Les dalles calcaires sont accusées à la surface du plateau de Vénasque par un large sillon de couleur claire, qui tranche sur le fond sombre des schistes. Sur les Cartes espagnoles, ce sillon porte le nom caractéristique de *Peña Blanca*.

» Le système cambrien, ainsi défini, se retrouve dans toute l'étendue de la chaîne, et c'est ce que l'on peut établir en suivant la dalle de la Peña, qui en est l'élément le plus facile à reconnaître.

» Vers l'ouest, la dalle se montre pour la première fois avec une puissance notable au défilé d'Accous, dans la vallée d'Aspe. Dans celle d'Ossau, elle forme la gorge du Hourat entre Laruns et les Eaux-Chaudes et de là, suivant le Valentin, elle se dirige, par les Eaux-Bonnes, vers le col de Tortes. Elle constitue, dans la vallée de Cauterets, la barre connue sous le nom du *Limaçon,* puis par Viscos elle passe à Barèges. Remarquons que, sur les 45^{km} qui séparent cette station du Hourat, la dalle se poursuit suivant une ligne droite orientée E. 15° S., c'est-à-dire dans une direction à

peu près parallèle à l'axe de la chaîne. Par suite de l'extension du terrain cambrien et des plis multipliés qu'il forme sur les flancs du massif granitique de Néouvieille, la dalle s'y montre sur de nombreux points. Vers le Nord, elle paraît aux bains de Saint-Sauveur, à la Piquette, au lac d'Escouyous, enfin au sommet du pic du Midi de Bigorre. Du côté du Sud, elle couronne, en strates horizontales, les montagnes qui dominent Gavarnie, d'où, en plongeant vers le Midi, elle passe, recouverte par les terrains silurien et dévonien, sous les assises secondaires qui forment les gradins du Cirque. Au fond de la vallée d'Aure, on la recoupe nombre de fois, soit qu'on monte d'Aragnouet au lac d'Orédon, soit qu'on se dirige par le vallon de la Géla vers le cirque de Troumouse. C'est également la dalle qui donne lieu au défilé de Tramezaygues, au coude de la vallée. Dans celle de la Pique le Céciré, au sud de Bagnères, est une récurrence de la *Peña Blanca ;* elle est dans le prolongement de Tramezaygues, et elle s'y rattache par les affleurements d'Esquiery et de Médasoles dans le vallon d'Oo. La partie supérieure du val d'Aran et les montagnes de l'Ariège qui y confinent appartiennent entièrement au terrain cambrien. La dalle s'y montre en de nombreux points, notamment aux ports de Viella et de Salau, au tuc de Maubermé, au Montvalier et sur le plateau de Bentaillou, où sont ouvertes les mines de Sentein. Dans la vallée de l'Ariège, où elle n'est que faiblement représentée par suite d'une faille qui a décapité la formation, elle est exploitée au Pech, à Unac et à Luzenac. Elle ne paraît pas dans la vallée de l'Aude où une autre faille met en contact le silurien et le granite du Querigut. Mais on la retrouve dans les vallées de la Têt et du Tech; elle y forme, autour du massif gneissique du Canigou, un circuit semi-elliptique, une sorte d'auréole dont les points de repère sont les Graus d'Olette, Nyers, Escaro, Vernet-les-Bains, Fillols, Velmanya, Corsavy, Prats-de-Mollo et la station thermale de la Preste. M. Depéret, qui a exploré avec soin les Albères, a rencontré la dalle, dans sa position normale, à Sorède, au fort Saint-Elme près Collioures et au-dessus de Port-Vendres. Dans cette région, l'assise n'a pas plus de 20^{m} d'épaisseur. On peut faire la même observation à l'autre extrémité de la chaîne. Des environs d'Accous la dalle se poursuit, en effet, en s'amincissant, vers le val Carlos par les montagnes du pays de Soule. Au sud du Pas de Roland, dans la vallée de la Nive, elle est réduite à quelques mètres.

» Cette assise constitue donc, d'une extrémité de la chaîne à l'autre, un horizon d'autant plus précieux qu'il supplée à l'absence des corps organisés fossiles dans le terrain cambrien.

» La dalle a un facies très caractéristique, qui s'oppose à ce qu'on la confonde avec les autres gîtes calcaires. Elle est cristalline à petites facettes ou simplement grenue, presque constamment de couleur claire, blanche ou gris bleuâtre, toujours zonée. Elle présente assez souvent l'apparence dolomitique. D'analyses faites à l'École des Mines, sous la direction de M. Carnot, il résulte qu'elle renferme de la magnésie, mais généralement en proportion assez faible. Durocher a signalé l'existence de véritables dolomies à la *Peña Blanca*.

» La dalle cambrienne joue un rôle très important dans la constitution géologique des Pyrénées. Elle est, en effet, le siège presque exclusif des gîtes minéraux que l'on y rencontre. C'est notamment dans la dalle que sont enclavés les riches gisements de fer du Canigou, ceux de la vallée de l'Ariège et le célèbre Rancié, rapporté à tort au lias par Dufrénoy. On ne saurait, sans dépasser les limites assignées à cette Note, exposer les relations qui rattachent ces gîtes singuliers à la dalle. Il suffit, pour le moment, de la signaler comme étant le *calcaire métallifère par excellence* dans toute l'étendue de la chaîne, fait d'une haute portée industrielle.

» En restant dans le domaine de la stratigraphie, on peut conclure des observations précédentes que le terrain de transition inférieur ou cambrien est très étendu dans les Pyrénées. C'est aussi, sans conteste, celui qui a le plus de puissance. Dans la partie centrale de la chaîne, où il acquiert tout son développement, on ne peut pas attribuer aux schistes et phyllades de la base moins de 3000^{m} d'épaisseur et 1000^{m} à la dalle. Au-dessus de cette dernière, il y a toujours une nouvelle assise schisteuse ayant entre 100^{m} et 300^{m}. »

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte de nouveaux gisements de phosphate de chaux en Tunisie*. Note de M. **Philippe Thomas**, présentée par M. Albert Gaudry.

« J'ai annoncé, en 1885, l'existence d'importants gisements de phosphate de chaux dans le sud-ouest de la Régence de Tunis ([1]). Au cours d'une seconde exploration, faite au printemps de 1886, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, j'ai été assez heureux pour découvrir de nouveaux gisements de ce précieux minéral.

([1]) *Comptes rendus*, 7 décembre 1885.

» Une pointe rapide dans la région du sud-ouest me permit tout d'abord d'étendre considérablement les limites des gisements de cette région. Je vis que les affleurements suessoniens phosphatés de Chebika et du djebel Seldja s'étendaient, à l'est, jusqu'aux djebels Stah et Tefel, c'est-à-dire à une faible distance de Gafsa; des calcaires noduleux de la base sud du djebel Stah ont donné, à l'analyse, jusqu'à 22,40 pour 100 d'acide phosphorique. Au sud-est du méridien de Gafsa, on rencontre ces mêmes calcaires noduleux dans les djebels Sehib et Rosfa, ainsi que sur le versant nord du djebel Berda, où ils s'atrophient et disparaissent. Au nord du Bled Douara, je retrouvai ce même niveau phosphaté, mais plus pauvre cependant, tout le long du versant sud des djebels Mghata, Boudinar, Tabaga et Bellil.

» Passant au sud-est, je vis qu'au delà du djebel Berda c'est un autre étage géologique qui se substitue au suessonien pour fournir au sol de la Régence les phosphates nécessaires au développement des céréales : l'étage albien. Partout dans cette région, en effet, un gault bien caractérisé apparaît immédiatement au-dessous des couches cénomaniennes inférieures à *Heterodiadema libycum*, *Ostrea olisoponensis* et *Mermeti*. Cet étage renferme un horizon gréso-marneux jaune-rougeâtre, fossilifère et phosphaté, surmontant de puissants dépôts de marnes bariolées, gypsifères et salifères; dans les marnes jaunes fossilifères, j'ai recueilli, entre autres fossiles caractéristiques : *Vicarya strombiformis*, *Nucula ovata*, *Trigonia c. f. distans*, *Ostrea prælonga*, *Boussingaulti*, *falco*, *Pentagruelis*, *conica*, *Heteraster Tissoti*, *Pseudodiadema variolare*, *Requienia Lonsdalei*, etc. La plupart des moules de ces fossiles contiennent 8 à 10 pour 100 d'acide phosphorique; on trouve souvent avec eux de volumineux coprolites mêlés à des débris de bois fossile. Les principaux affleurements de gault phosphaté sont dans le Cherb central et oriental, aux djebels Oum-Ali, Halfaya, Oum-el-Oguel, Hadifa et jusqu'au djebel Roumana, pointe extrême et presque littorale du Cherb Berrania. D'autres affleurements de gault phosphaté existent beaucoup plus au nord que les points ci-dessus, notamment dans les environs de Feriana, aux djebels Nouba et Semania; sur ces derniers points, ils se montrent au-dessus de grès urgo-aptiens (s.-ét. rhodanien) à *Orbitolina lenticulata*, *Heteraster oblongus* et *Terebratula sella*.

» Ce ne fut qu'au voisinage de la latitude de Kairouan que je retrouvai mon étage suessonien phosphaté du sud, mais avec un facies nouveau. Ici, en effet, le facies noduleux et marneux du sud fait place à des calcaires phosphatés ayant la plus grande analogie avec ceux du célèbre gisement de

Ciply (Belgique). De plus, ces calcaires à *Ostrea multicostata* et à dents de Plagiostomes comme ceux du sud sont ici en contact immédiat, et sur quelques points se confondent même intimement avec des marnes, des grès et des calcaires pétris de *nummulites*, lesquelles semblent manquer totalement dans le sud. Ce fut tout d'abord au nord du djebel Khechem-el-Artsouma, dans les djebels Nasser-Allah, Sidi-bou-Gobrine et Touila, à peu de distance de Kairouan et de la mer, que je découvris ces nouveaux gisements suessoniens. Les calcaires phosphatés du Nasser-Allah atteignent, près de l'Aïn-Mrota, une puissance d'une quinzaine de mètres avec une teneur en acide phosphorique variant entre 6 et 18 pour 100.

» Revenant ensuite vers l'ouest, je perdis de nouveau la trace de cet horizon phosphaté, mais je le retrouvai non loin de la frontière algérienne, notamment au Guelaat-es-Snam (plateau des idoles). On voit souvent dans l'ouest des plateaux entourés d'escarpements, sortes de citadelles naturelles qui portent les noms de *Kâlaa* ou de *Guelaat* s'ils sont limités et isolés, de *Dir* s'ils forment un escarpement étroit et allongé, comme le Dir-el-Kef; ils sont presque tous constitués par de puissantes tables nummulitiques reposant sur des calcaires siliceux et phosphatés suessoniens à *Ostrea multicostata*. Au Guelaat-es-Snam, plusieurs couches phosphatées contenant de 20 à 23 pour 100 d'acide phosphorique affleurent sur le versant sud de la montagne, au-dessus des calcaires sénoniens à Inocérames et *Heteroceras polyplocum*, dont un remarquable horizon marneux à Crinoïdes, Ananchytes, Rudistes, Térébratulines et à Serpules spirulées les sépare. Le Dir-el-Kef, sur lequel est bâtie la ville du Kef, a une structure très analogue à celle du Guelaat-es-Snam; j'ai reconnu que, comme cette dernière, il possède un horizon phosphaté, mais atrophié et ne contenant pas plus de 2 à 3 pour 100 d'acide phosphorique [1].

» Le Tableau ci-après contient les principales analyses des échantillons que j'ai rapportés, analyses faites au laboratoire d'essai de l'École des Mines, sous l'habile direction de M. l'ingénieur en chef Carnot :

	Acide phosphorique pour 100.	Phosphate tricalcique pour 100.
Djebel Stah. Calcaire marn. supérieur.......	20,60	44,58
» » inférieur........	22,40	48,48

[1] Analyse de M. Klobb, préparateur de Chimie à l'École supérieure de Pharmacie de Nancy.

	Acide phosphorique pour 100.	Phosphate tricalcique pour 100.
Nasser-Allah. Calcaire supérieur	6,66	14,41
» » moyen	8,53	18,46
» » inférieur	18,13	39,24
» Coprolites	29,80	64,50
Guelaat-es-Snam. Calcaire supérieur	20,60	44,58
» » inférieur	23,46	50,77

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Les vestiges du segment caudal de la moelle épinière et leur rôle dans la formation de certaines tumeurs sacro-coccygiennes.* Note de MM. **G. Herrmann** et **F. Tourneux**, présentée par M. Sappey.

« Les tumeurs congénitales siégeant à la région sacro-coccygienne appartiennent pour la plus grande partie à la catégorie des tumeurs dites *composées, complexes* ou *mixtes, cysto-sarcomes,* etc., dont la provenance et la pathogénie présentent encore bien des obscurités. Tandis que certains auteurs les font rentrer en presque totalité dans le groupe des inclusions fœtales (*parasites épipyges* représentant le degré le plus inférieur de la pygopagie), d'autres, au contraire, admettent que ces productions pathologiques peuvent dériver également des organes existant normalement dans la région axiale de l'extrémité postérieure du tronc.

« C'est ainsi qu'on a décrit successivement: les hernies du cul-de-sac terminal des méninges, secondairement isolées (*hygromas sacro-coccygiens,* Malgaigne, Wernher); les *néoplasmes osseux et cartilagineux* issus de l'extrémité inférieure du rachis; les *kystes dermoïdes* formés ici comme ailleurs par une invagination anormale de l'ectoderme (Lebert, Remak), ayant peut-être parfois son point de départ dans la dépression dite *fossette coccygienne.* Si l'on accorde aujourd'hui moins de créance aux hypothèses anciennes relatives à des hypertrophies problématiques de la *glande coccygienne* (Luschka, etc.), ou de l'extrémité de la *corde dorsale* (H. Müller), par contre, les recherches modernes sur le *canal neurentérique* chez les amniotes ont appelé l'attention sur l'*intestin caudal.* Il se peut en effet que la partie post-anale du tube digestif donne naissance aux tumeurs constituées essentiellement par une portion d'intestin ou par des formations kystiques offrant une structure à peu près analogue. Cette opinion, que nous avions émise à un point de vue purement théorique (*Demon,* Th. d'agrégation, 1883, p. 28), s'est trouvée corroborée depuis par un travail de K. Middeldorpf (*Virch. Arch.,* 1885).

» Les faits que nous apportons aujourd'hui tendent à démontrer que la portion terminale du névraxe embryonnaire, qui n'avait guère été mise en

cause jusqu'ici, si ce n'est pour le *spina bifida*, participe également à la formation de certaines tumeurs sacro-coccygiennes.

» Des recherches faites sur l'embryon humain à différents stades nous ont permis de constater certaines particularités concernant l'évolution du segment caudal de la moelle épinière. Alors que le tube médullaire possède primitivement la même longueur et la même direction que le rachis, on remarque, vers la fin du troisième mois (fœtus de $7^{cm},5/10^{cm},5$), que l'extrémité postérieure du névraxe tend à s'éloigner du coccyx, et qu'elle s'incurve en arrière et en haut, de façon à décrire une sorte d'anse à concavité supérieure. Au cours du quatrième mois (fœtus de $10^{cm},5/14^{cm},5$), la branche directe ou descendante de cette anse s'atrophie graduellement; au contraire, la branche réfléchie ou ascendante, dirigée vers la peau, persiste et constitue ce que nous avons appelé les *vestiges coccygiens de la moelle épinière* (*Soc. Biol.*; 1885). Au cinquième mois, ces vestiges se trouvent séparés de la moelle, le segment qui les rattachait à celle-ci ayant complètement disparu (fœtus de $13^{cm},5/20^{mc}$). C'est vers cette époque (fœtus de $16^{cm},5/23^{cm},5$) qu'ils atteignent leur plus grand développement : ils forment alors une petite masse blanchâtre d'environ 2^{mm} de long, située entre les lobules les plus superficiels du pannicule adipeux, en regard des dernières vertèbres coccygiennes, et se présentent sur la coupe sous l'aspect de conduits flexueux assez irrégulièrement conformés. La paroi de ces tubes, épaisse d'un vingtième de millimètre en moyenne, est constituée par un épithélium stratifié affectant tantôt le type prismatique, tantôt le type pavimenteux; suivant les points considérés, l'évolution histologique des vestiges se rapproche donc de celle du tube médullaire ou de celle de l'épiderme.

» Sur les fœtus plus âgés, les vestiges s'atrophient peu à peu; à la naissance, leur plus grand diamètre ne dépasse guère 1^{mm}.

» Le phénomène désigné sous le nom d'*ascension de l'extrémité de la moelle* est donc dû non seulement à un allongement plus rapide du rachis, mais aussi et surtout à la disparition par atrophie de la portion caudale (coccygienne) du névraxe. Ce fait avait déjà été signalé par Braun chez le mouton (*His u. Braune's Archiv*, 1882).

» Les vestiges dérivent de la partie postérieure de la gouttière médullaire, partie dont l'occlusion ne s'est faite qu'en dernier lieu. Ainsi que le prouve la forme variable de l'épithélium, la différenciation des cellules ectodermiques en éléments nerveux et en éléments de l'épiderme ne s'est effectuée à ce niveau que d'une façon incomplète. Cette particularité se voit surtout nettement chez l'embryon de poulet, où la paroi du segment caudal du tube médullaire renferme des chromoblastes comme la région avoisinante de l'épiderme, et où l'on trouve encore des cellules rameuses et pigmentées dans les vestiges coccygiens au quatorzième jour (*Soc. Biol.*, mars 1887).

» Nous avons eu l'occasion déjà de signaler (*Soc. Biol., loc. cit.*) une tumeur congénitale située à la pointe du coccyx chez un enfant de cinq ans et qui avait pris une

marche envahissante nécessitant l'intervention chirurgicale. L'examen microscopique montra qu'il s'agissait d'un épithélioma tubulé formé par des conduits irrégulièrement contournés, dont la paroi présentait une structure fort analogue à celle du tube médullaire chez le jeune embryon. C'est même ce fait pathologique qui avait appelé notre attention sur l'évolution embryonnaire de la moelle sacro-coccygienne.

» Plus récemment, nous avons pu analyser, grâce à l'obligeance de M. le Dr de Gastel, une autre production morbide provenant d'un fœtus de huit mois. La tumeur, ayant à peu près le volume de la tête du fœtus, faisait corps avec les dernières ramifications de la queue de cheval et venait saillir librement sous la peau dans la région sacro-coccygienne, le canal vertébral étant resté largement ouvert dans sa partie inférieure; sectionnée par le milieu, elle présenta un tissu peu consistant, blanchâtre, peu vasculaire, parsemé de petits kystes assez espacés. Au point de vue histologique, le néoplasme était composé principalement d'amas cellulaires d'aspect épithélial, séparés par des tractus de tissu fibro-plastique avec des nodules cartilagineux très petits. La plupart des formations épithéliales représentaient des sortes de conduits anfractueux rappelant à première vue, par leur structure, les vestiges coccygiens. Comme dans ces derniers, on voyait des portions offrant la constitution de l'épiderme fœtal alterner avec des parties nettement nerveuses. En plusieurs points, les couches périphériques de l'épithélium prismatique stratifié bordant les cavités kystiques se continuaient insensiblement avec des masses de tissu nerveux formées d'une substance fondamentale finement fibrillaire, englobant de nombreux myélocytes. Nous n'hésitons pas à considérer ce tissu nerveux embryonnaire comme dérivant d'un reste de la moelle caudale.

» Depaul a relaté un exemple de tumeur nerveuse sacro-coccygienne chez un nouveau-né (*Soc. Biol.*, 1865); Robin diagnostiqua une *tumeur à myélocytes* formée par hyperplasie de la substance grise de la moelle.

» La moelle caudale peut présenter exceptionnellement une évolution histologique plus ou moins complète. C'est ainsi que nous avons trouvé chez un embryon humain de 37^{mm}, au niveau de la portion coccygienne du tube médullaire, des faisceaux de cylindres axiles bien développés se continuant avec ceux de la région sacro-lombaire; I. Geoffroy Saint-Hilaire a observé un cas où la moelle épinière s'étendait jusqu'à l'extrémité de la colonne vertébrale chez un fœtus à terme. Il est permis de supposer que, sous le nom de *cysto-sarcomes*, on a décrit un certain nombre de tumeurs nerveuses, et l'on trouve fréquemment relatée dans les auteurs la présence de kystes tapissés par des épithéliums stratifiés, dont le type varie du prismatique au pavimenteux comme dans les vestiges médullaires. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence des modifications volontaires de la respiration sur l'excrétion de l'acide carbonique*. Note de MM. M. Hanriot et Ch. Richet, présentée par M. A. Richet.

« A l'aide de la méthode décrite précédemment ([1]), nous avons commencé une série de diverses recherches sur les échanges respiratoires.

» Si nous avons voulu reprendre l'étude de phénomènes si bien observés par de nombreux physiologistes, c'est que nous devions ainsi contrôler expérimentalement la valeur de nos procédés; mais c'est surtout parce que notre méthode permet de suivre, dans toute sa durée, la *marche* de chaque expérience et de la représenter par une courbe. Or les procédés suivis jusqu'à ce jour ne donnaient que la *somme* des échanges effectués pendant une expérience.

» La présente Note a pour but de déterminer le rôle de la ventilation pulmonaire, accélérée ou retardée, sur l'exhalation d'acide carbonique. C'est là une question fort controversée et sur laquelle il y a des données contradictoires ([2]).

» Pour les expériences que nous relatons ici, nous nous sommes placés dans des conditions physiologiques à peu près identiques. Notre étude a porté sur différents individus (dont les noms sont représentés par les initiales qui suivent les numéros de l'expérience). Les narines étaient fermées par une pince à pression, et la bouche obturée par un ferme-bouche spécial. Comme l'expérience est fort pénible, elle ne pouvait, malheureusement, être prolongée pendant plus d'une demi-heure.

Expérience I (H.).

Temps (en minutes).	Ventilation par heure et par kilogramme en litres.	CO^2 par heure et par kilogramme en grammes.	Proportion de CO^2 dans l'air expiré (en volumes).
5	2,5	0,100	2,0
10	3,6	0,330	4,5
15	3,9	0,350	4,5
20	4,7	0,466	5,0
25	5,2	0,633	6,1
30	7,0	0,850	6,1

([1]) Hanriot et Ch. Richet, *Comptes rendus* (14 février 1887).

([2]) Pflüger, *Einfluss der Athemmechanik auf den Stoffwechsel* (*Pflüger's Archiv*, t. XIV, p. 1-37; 1887). — Finkler et Oertmann (*ibid.*, p. 38-72).

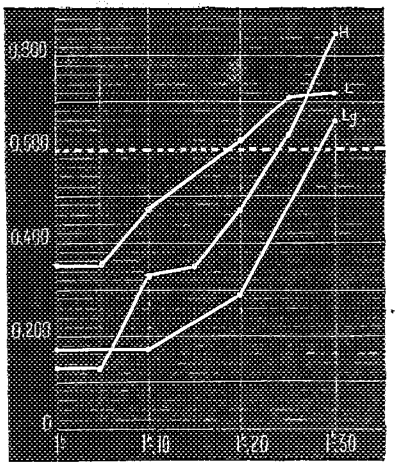
Expérience II (L.).

Temps (en minutes).	Ventilation par heure et par kilogramme en litres.	CO^2 par heure et par kilogramme en grammes.	Proportion de CO^2 dans l'air expiré (en volumes).
5	6,6	0,354	2,7
10	8,0	0,466	3,0
20	8,6	0,623	3,6
25	6,6	0,734	5,6
30	7,8	0,739	4,6

» Il ressort de ces expériences qu'au bout d'un temps très court (dix à vingt minutes), on est forcé de reprendre un rythme peu différent du rythme normal, qui est de 8^{lit} à 10^{lit}. Pendant ce temps, la quantité absolue de CO^2 expiré va en croissant. Elle atteint la normale (qui est de $0^{gr},600$ de CO^2 environ), et bientôt même, établissant une sorte de compensation, elle finit par la dépasser, de sorte qu'au bout de vingt minutes environ la quantité de CO^2 excrété est la même avec une respiration normale et avec une respiration ralentie.

» Cela montre bien que la *production* et l'*excrétion* de CO^2 sont deux fonctions distinctes, la production étant indépendante de l'excrétion, et cette dernière pouvant être modifiée volontairement pendant quelques minutes (1).

(1) La figure ci-jointe indique ce phénomène. La courbe en traits pointillés indique



Excrétion de l'acide carbonique dans l'hypopnée.

le CO^2 normal. Les trois courbes en traits pleins représentent les quantités absolues de

» Inversement, quand on augmente volontairement la ventilation pulmonaire (nous désignerons ce phénomène par l'expression de *polypnée* et par *hypopnée* le phénomène inverse), on excrète d'abord de grandes quantités de CO^2; mais peu à peu on revient au taux normal.

Expérience III (R.).

Temps (en minutes).	Ventilation.	CO^2 par heure par kilogramme.	CO^2 dans l'air expiré.
5	14,3	0,942	3,2
10	13,3	0,775	2,9
15	13,3	0,683	2,5
20	15,8	0,666	2,1
25	14,3	0,600	2,1
30	15,8	0,650	2,05

» L'expérience est encore plus démonstrative lorsqu'on fait se succéder la respiration normale, l'hypopnée et la polypnée.

Expérience IV (Lg.).

	Temps (en minutes).	Ventilation.	CO^2 par heure par kilogramme.	CO^2 dans l'air expiré.
Resp. norm.	10	6,2	0,396	4,1
Hypopnée	20	2,2	0,178	4,1
	30	2,9	0,282	4,6
	35	6,3	0,656	5,0
Polypnée	40	13,1	0,675	2,7
	45	11,4	0,581	2,5

Expérience V (R.).

	Temps (en minutes).	Ventilation.	CO^2 par heure par kilogramme.	CO^2 dans l'air expiré.
Polypnée	5	14,0	0,700	2,51
	10	15,0	0,692	2,3
	15	19,0	0,623	1,7
	20	18,0	0,616	1,7
Hypopnée	25	2,3	0,116	2,3
	30	4,5	0,334	3,9
	35	4,5	0,408	4,7

CO^2 excrété à divers moments de l'expérience. On voit qu'au bout de vingt à vingt-cinq minutes cette quantité est devenue normale (0,600 de CO^2 par kilogramme et par heure). Les points sont les moments où la mesure a été faite. L'ordonnée inférieure indique les temps. L'ordonnée latérale à gauche indique les poids de CO^2 excrété par kilogramme et par heure.

» Ces expériences montrent donc que :

» 1° La *production* de CO^2 est sensiblement indépendante de la ventilation pulmonaire. 2° L'*excrétion* de CO^2 peut être, pendant quelques minutes, modifiée par la ventilation, augmentée par la polypnée, diminuée par l'hypopnée; mais elle revient bientôt au taux normal, c'est-à-dire à celui de la production. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les fonctions hydrostatiques de la vessie natatoire.* Note de M. CHARBONNEL-SALLE, présentée par M. A. Chauveau.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie de nouvelles expériences sur le rôle hydrostatique de la vessie pneumatique des Poissons, expériences faites à l'aide de la méthode graphique, qui m'a permis d'explorer et d'inscrire les variations de la pression à l'intérieur de cet organe.

» Malgré les recherches si précises d'A. Moreau sur la vessie natatoire, la plupart des auteurs classiques enseignent encore la théorie hydrostatique imaginée par Borelli, théorie qui ne reçut jamais la sanction de l'expérience. Suivant cette opinion, la vessie, souple et compressible, viendrait en aide aux organes locomoteurs par ses variations de volume, dues à l'action de muscles extrinsèques ou intrinsèques. Ces variations, nécessairement accompagnées de changements du poids spécifique de l'animal, auraient lieu d'une manière synergique avec les mouvements d'ascension ou de descente, et le Poisson serait ainsi comparable à un ludion portant en lui-même la cause active de ses déplacements.

» D'autre part, chez les espèces à vessie bilobée, telles que les Cyprins, le refoulement alternatif des gaz de l'une dans l'autre poche aurait pour effet de changer la position du centre de gravité et d'aider aux mouvements de bascule par lesquels le Poisson fait varier la direction de son axe. Cette opinion, émise par J. Müller et accréditée par M. Monoyer, n'a jamais été ni démontrée ni réfutée par des expériences rigoureuses, et cependant, comme celle de Borelli, elle est classiquement enseignée.

» Telles sont les hypothèses que j'ai soumises au contrôle expérimental. Mes recherches ont porté sur les Poissons suivants : Tanche, Carpe, Goujon, Perche et Brochet.

» Les tissus du Poisson étant incompressibles, toute augmentation rapide de pression dans la vessie répond à une diminution de volume du corps; toute diminution de pression, à un accroissement de ce volume. Or, des variations *rapides* de pression peuvent avoir lieu sous deux influences :

» 1° Par les changements de niveau du Poisson. Ce sont les variations hydrostatiques et passives, en rapport avec la hauteur variable de la colonne d'eau supportée par l'animal ;

» 2° Par la contraction des muscles du tronc. Ces variations sont physiologiques et actives.

» Il s'agit d'analyser avec soin ces changements rapides de pression dus à l'action musculaire ; de voir s'ils ont une durée, une intensité et, pour ainsi dire, une opportunité telles qu'ils puissent favoriser les mouvements de descente ou d'ascension ; ou bien si, purement accidentels, ils sont dénués de toute portée physiologique.

» Au moyen de trocarts explorateurs d'une construction spéciale, enfoncés dans la vessie et reliés à des tambours à levier par l'intermédiaire d'un appareil analogue au sphygmoscope de MM. Chauveau et Marey, j'ai obtenu des graphiques où se trouvent fidèlement indiquées toutes les variations de pression de la masse gazeuse à l'intérieur de la vessie natatoire. En même temps, une ampoule élastique, fixée à la région dorsale du Poisson, permet d'inscrire les changements purement hydrostatiques de la pression, dus à la hauteur variable de la colonne liquide supportée par l'animal au cours de ses pérégrinations dans le sens vertical. En comparant les deux graphiques superposés de l'ampoule et de la vessie, on peut ainsi démêler, pour cette dernière, les effets propres à l'action musculaire.

» Les expériences ont été faites dans les conditions les plus variées. Tantôt l'animal conservait son poids spécifique normal, grâce à un lest fixé à la région abdominale pour compenser l'allègement dû à l'ampoule dorsale ; tantôt il était rendu plus lourd ou plus léger que l'eau. J'inscrivais d'abord la locomotion tranquille et à loisir, puis les déplacements rapides, même violents, provoqués par des excitations variées ; pour ces diverses allures, j'ai pris de nombreux tracés, aux diverses périodes d'ascension et de descente à travers l'aquarium. L'analyse de ces tracés donne les résultats généraux suivants, identiques pour les deux groupes naturels des Physostomes et des Physoclistes :

» Quand le Poisson nage tranquillement, sans provocation extérieure, le tracé de la vessie est identique et parallèle à celui de l'ampoule hydrostatique; aucune inflexion brusque ne signale une contraction de muscles agissant sur la vessie, soit pour la comprimer (hypothèse de Borelli), soit pour la dilater (Geoffroy Saint-Hilaire), soit enfin pour rétablir après chaque déplacement le poids spécifique modifié par la pression variable

de l'eau (Delaroche). La sensibilité de l'appareil permet d'affirmer que, dans ces conditions, des actes musculaires, même très faibles, ne passeraient pas inaperçus.

» Lorsque, au contraire, par des foulées énergiques de la nageoire caudale, le Poisson fuit avec vitesse, le parallélisme général des deux courbes est conservé, mais un élément se surajoute au tracé de la vessie natatoire : de véritables secousses des muscles latéraux hérissent le tracé et témoignent d'une brusque augmentation de la tension intérieure, tension qui retombe au zéro, au moment où la nageoire caudale, après s'être incurvée à droite, se recourbe à gauche en repassant par l'axe du corps.

» Il importe de remarquer que toute augmentation notable de tension est liée à l'incurvation du tronc; en dehors de cette condition, les secousses musculaires ont une action très faible sur la vessie. Or cette incurvation est exceptionnelle dans la locomotion ordinaire du Poisson.

» En outre, la brève diminution de volume ainsi produite a lieu aussi bien quand l'animal fait effort pour monter que lorsqu'il tend vers la profondeur. Ce fait suffirait à prouver que l'augmentation de poids spécifique résultant de cette contraction ne joue aucun rôle dans la locomotion; car, en admettant qu'elle favorise la descente, il faudrait admettre qu'elle entrave l'ascension.

» J'ai mesuré, en inscrivant le tracé d'un diapason à 100 V. D. par seconde parallèlement aux graphiques, la durée des secousses musculaires et de leurs éléments constitutifs. D'autre part, au moyen d'un appareil volumétrique, j'ai obtenu la valeur absolue de la diminution de volume lors des violentes contractions musculaires. Les chiffres obtenus prouvent, en résumé, que, chez des poissons de 80^{gr} à 100^{gr}, l'augmentation de poids spécifique n'atteint, dans aucun cas, $0^{gr},50$ et que cette force minime est appliquée au centre de gravité de l'animal pendant 5 à 7 centièmes de seconde, durée moyenne de la période de raccourcissement de la fibre musculaire. C'est là, évidemment, une percussion bien faible et de bien courte durée pour mouvoir une masse aussi grande.

» Quant à l'hypothèse des déplacements du centre de gravité sur l'axe longitudinal par refoulement des gaz d'arrière en avant ou en sens inverse, elle est en contradiction avec les résultats précédents; car le transfert supposé des gaz à l'intérieur de la vessie exigerait une compression active et inégale, compression qui n'a pas lieu en réalité à chaque mouvement de bascule, ainsi qu'en témoignent nos tracés. Mais, en outre, au moyen de deux trocarts enfoncés dans les deux poches de la vessie, chez des Cyprins,

j'ai obtenu des tracés parfaitement identiques pendant la locomotion rapide de l'animal, avec changements de niveau incessants. Ce fait prouve qu'il n'y a pas de déplacement des gaz à travers l'étroit orifice de communication des deux poches; car, en provoquant ce déplacement, d'une manière artificielle, on obtient, dans ces conditions, des graphiques différant par tous leurs éléments.

» En résumé, la vessie natatoire peut être comprimée par les muscles du tronc au même titre que les autres organes contenus dans la cavité abdominale. Les changements de volume qu'elle subit n'ont aucune signification fonctionnelle; ils n'aident nullement le Poisson dans ses changements de niveau ou dans ses changements de direction. Les deux théories classiques résumées ci-dessus doivent donc être définitivement abandonnées. »

HYGIÈNE. — *Dangers de l'utilisation des produits, tels que le petit-lait et le fromage, obtenus avec le lait de vaches tuberculeuses.* Note de M. V. **Galtier**, présentée par M. A. Chauveau.

« Le lait des vaches phtisiques peut être virulent; il le devient notamment quand la mamelle est envahie par la tuberculisation; ce sont là des faits qui se trouvent aujourd'hui bien établis. Certains expérimentateurs affirment avoir constaté la virulence du lait, même sur des bêtes dont la mamelle leur avait paru indemne de lésions; les plus nombreux pourtant, et je suis de ceux-là, n'ont rencontré la virulence dans le lait qu'autant que la mamelle était déjà devenue tuberculeuse. Quoi qu'il en soit, comme une tuberculisation commençante de l'organe mammaire est difficile à reconnaître, principalement sur l'animal vivant, on doit considérer comme dangereux le lait de toute vache reconnue phtisique ou soupçonnée de l'être. Dernièrement encore, j'obtenais la tuberculose sur le lapin, avec le lait d'une vache phtisique saisie à l'abattoir et dont la mamelle était légèrement malade, alors que ni le sang, ni le suc des muscles de la même bête ne provoquèrent l'affection.

» Pour mieux faire ressortir toute l'importance qui s'attache, dans la pratique, à considérer et à traiter, comme un produit dangereux, le lait des bêtes phtisiques, j'ai entrepris de démontrer, par des expériences nombreuses et variées, la nocuité des produits qu'on en retire, et notamment du fromage et du petit-lait. Cette étude offre un intérêt évident au point de vue de l'hygiène de l'homme et de celle de certains animaux qu'on

nourrit dans les fermes avec le petit-lait provenant de la fabrication des fromages. L'homme ne court-il pas le risque de contracter la tuberculose en mangeant des fromages confectionnés avec le lait de vaches phtisiques? Les animaux de la ferme, les oiseaux de basse-cour et les animaux de l'espèce porcine, chez lesquels cette maladie n'est point rare, ne la contracteraient-ils pas en se nourrissant des résidus de cette fabrication ?

» Mes expériences ont été faites avec du lait normal, tuberculisé par l'addition d'une certaine quantité de matière morbide provenant tantôt de vaches phtisiques saisies aux abattoirs, et tantôt de lapins morts de tuberculose expérimentale. Ce lait a été coagulé ensuite par l'addition d'une suffisante quantité de présure ; c'est avec le fromage et le petit-lait ainsi obtenus que des tentatives de transmission de la tuberculose ont été faites. Les inoculations ont porté sur des cobayes (injection intra-péritonéale) et sur des lapins (injection intra-veineuse). Des parcelles de fromage ont été triturées dans de l'eau stérilisée, et c'est la partie liquide du mélange qui, séparée par décantation ou par filtration, a servi à faire les inoculations ; le petit-lait a été également filtré avant chaque inoculation. J'ai de la sorte inoculé des fromages et des petit-laits dont la préparation remontait à cinq, dix, quinze, vingt, trente jours, etc. ; tous les essais n'ont pas abouti à des résultats positifs ; cependant le nombre des cas de transmission indéniable a été assez grand pour établir très nettement la conservation des germes tuberculeux et, partant, la nocuité des produits fabriqués avec le lait qui en contient.

» J'ai obtenu une tuberculose généralisée très authentique chez le cobaye avec des fromages non salés ou salés, datant de cinq jours, de dix, quinze jours, etc., et même de deux mois et dix jours ; dans quelques expériences, la maladie ne s'est déclarée que sur la moitié ou un tiers des sujets ; dans d'autres, qui ne sont pas les plus nombreuses, les résultats ont été négatifs sur tous les sujets, avec des fromages datant de deux mois et même de quinze jours seulement. Le petit-lait, séparé du fromage depuis cinq, dix, quinze jours, agité et filtré avant d'être inoculé, a invariablement donné une belle tuberculose aux cobayes, qui résistaient à l'inoculation de ce produit faite à la dose de 2^{cc}.

» Des résultats semblables ont été obtenus chez le lapin, sur lequel j'ai maintes fois observé, à la suite de mes inoculations, les plus belles lésions de tuberculose généralisée. Ainsi, deux lapins, inoculés avec du petit-lait de deux jours, ont présenté au bout de cinquante jours, quand on les a sacrifiés, d'innombrables lésions de tuberculose sur le poumon, le foie,

la rate, les reins, etc.; le même produit, conservé encore sept et quatorze jours de plus, en tout neuf et seize jours, a également donné la maladie, mais une forme plus lente et moins grave. 4^{cc} d'un petit-lait provenant de 1 litre de lait normal tuberculisé avec le suc obtenu en exprimant la rate et le poumon d'un lapin mort de tuberculose ont tué le lapin au bout de neuf jours, quand on l'a inoculé cinq jours après l'addition de la présure. 2^{cc} du même produit, inoculés dix jours plus tard, soit quinze jours après sa séparation, ont encore provoqué une belle tuberculose; dans l'un comme dans l'autre cas, l'inoculation des lésions des lapins qui avaient reçu le petit-lait a reproduit la maladie sur d'autres. Enfin, divers fromages, datant de cinq, de neuf, de seize et de vingt jours, ont donné au lapin une tuberculose très authentique, dont le germe a pu être cultivé dans des milieux artificiels et être transmis à d'autres animaux.

» La conclusion qui se dégage de mes recherches est la suivante :

» Les germes de tuberculose que le lait des vaches phtisiques renferme sont à redouter, non seulement quand ce produit est utilisé cru et sans transformation pour la consommation de l'homme et l'alimentation des animaux, mais aussi quand il est employé à la fabrication des produits que l'industrie laitière en tire habituellement. Ces germes se conservent dans le lait traité par la présure, dans le fromage, dans le petit-lait et peuvent rendre ces produits dangereux comme l'était le lait d'où on les a tirés. L'homme peut très vraisemblablement s'inoculer des germes de phtisie tuberculeuse en consommant soit du lait cru de vache phtisique, soit du lait caillé, soit du fromage frais, soit du fromage desséché ou salé, soit du petit-lait préparés avec le lait des bêtes tuberculeuses. Les oiseaux de basse-cour et les animaux de l'espèce porcine, pour l'alimentation desquels on utilise dans bien des fermes le petit-lait provenant de la fabrication des fromages, peuvent s'infecter à leur tour quand, parmi les vaches laitières, il s'en trouve qui sont atteintes de tuberculose; et il n'est point irrationnel de rattacher à cette cause un certain nombre de cas de tuberculose de la poule et du porc. En conséquence, il est rigoureusement indiqué, non seulement d'éloigner de la consommation le lait cru des vaches phtisiques ou suspectes, mais encore de ne pas employer ce produit à la fabrication du fromage et du petit-lait; il convient de le réserver exclusivement pour l'alimentation des animaux et de le soumettre préalablement à l'ébullition. »

M. Armand Dumoulin adresse à l'Académie, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, un Mémoire concernant plusieurs problèmes de Géométrie.

M. F. Privat adresse une Note portant pour titre : « Quadrature de la surface convexe du cône oblique à base circulaire. Valeur angulaire de cette même surface ».

M. Aimé Dollfus propose d'appliquer la photographie à l'étude de la structure d'un solide opaque éclairé intérieurement par un foyer électrique.

M. Adrien Blanc adresse la description d'une « pompe à hélice ».

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 mai 1887.

Tables des logarithmes à cinq décimales des nombres et des lignes trigonométriques; par J. Bourget. Paris, Vve Eug. Belin, 1887; in-12. (Trois exemplaires.)

Mémoire inédit d'Antoine de Jussieu sur le livre d'heures d'Anne de Bretagne; par M. Lud. Lalanne. Imprimerie nationale, 1887; br. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery; 2e série, T. XI, avril-mai 1887. 2 br. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, 1887.

Réponse aux critiques de MM. A. Lancaster et J. Kleiber sur l'influence thermique des étoiles filantes; par dom Lamey. Grignon (Côte-d'Or), 1887; br. in-8°.

Essai d'un groupement des familles végétales en alliances et en classes naturelles; par Léon Lerolle. Paris, F. Savy, 1887; br. gr. in-8°.

Une nouvelle force. Première et deuxième Communications; par J. Thore. Dax, Hazael Labèque, 1887; br. in-8°. (Quatre exemplaires.)

Travaux du laboratoire de Médecine légale de la Faculté de Médecine de Lyon; années 1881-1886; gr. in-8° contenant divers Mémoires du Dr A. Lacassagne.

Recueil d'articles publiés dans le Dictionnaire encyclopédique; par le Dr A. Lacassagne.

Les actes de l'état civil. Étude médico-légale; par le Dr A. Lacassagne. Lyon, A. Storck, 1887; in-18.

Précis de Médecine judiciaire; par le Dr A. Lacassagne. Paris, G. Masson, 1886; in-18.

Archives de l'Anthropologie criminelle et des Sciences pénales. Directeurs, MM. le Dr A. Lacassagne, etc., T. I (1886), et nos 7 et 8 de l'année 1887. Paris, G. Masson, gr. in-8°.

(Les ouvrages du Dr Lacassagne sont renvoyés au concours du prix Chaussier.)

Saggio sulla cura del colera colla lavatura gastro-intestinale antisettica; contributo allo studio sperimentale del colera; contributo allo studio sperimentale e terapia del colera di Davide Giordano; 3 br. in-8° (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours du prix Bréant.)

Le magnétisme animal; par Alfred Binet et Ch. Féré. Paris, Félix Alcan, 1887; in-8°. (Renvoi au concours du prix Lallemand.)

Des cystites douloureuses et de leur traitement; par le Dr H. Hartmann. Paris, G. Steinheil; gr. in-8°. (Renvoi au concours du prix Godard.)

Nouveaux éléments de Chirurgie opératoire; par le Dr Chalot. Paris, Doin, 1886; in-18. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude sur les kystes hydatiques du rein au point de vue chirurgical; par le Dr Jules Bœckel. Paris, Félix Alcan, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude sur la solanine, ses propriétés analgésiques, etc.; par le Dr Anatole Geneuil; br. in-8° et Note manuscrite. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité clinique et pratique des maladies des enfants; par F. Rilliet et E. Barthez; 3e édition, refondue par E. Barthez et A. Sanné, T. II. Paris, Félix Alcan, 1887; gr. in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

Leçons sur les auto-intoxications dans les maladies; par Ch. Bouchard,

recueillies et publiées par le Dr P. Le Gendre. Paris, F. Savy, 1887; gr. in-8°. (Présenté par M. Charcot.)

Bibliographie d'ouvrages ayant trait à l'Afrique en général, etc.; *par* Gabriel Kayser. Bruxelles, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Programme du sixième Congrès international d'hygiène et de démographie, Vienne (Autriche), 1887, *du* 26 *septembre au* 2 *octobre* 1887. Vienne, 1887; br. gr. in-8°.

24e livraison des *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse* (Carte n° XIII).

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; Tomo XIX, Maggio-Giugno 1886. Roma, 1886; br. in-4°.

Del moto di un punto materiale libero sollecitato da una forza diretta costantemente ad una retta fissa. Memoria del professore Ugo Dainelli. Bologna, 1887; br. in-4°.

Étude pour servir à l'histoire de la culture intellectuelle à Bruxelles pendant la réunion de la Belgique à la France; par Ed. Mailly. Bruxelles, Hayez, 1877-1887; 2 br. in-8°.

Études pour servir à l'histoire des Sciences et des Lettres en Belgique pendant la seconde moitié du XVIIIe *siècle; par* Ed. Mailly. Bruxelles, Hayez, 1877-1887; 2 br. in-8°.

Revista do observatorio. Rio Janeiro, 1887; br. in-4°.

Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt, 1885. Zurich; gr. in-4°.

New York meteorological Observatory; January 1887.

Proceedings of the Royal Institution of Great Britain; Vol. XI, Part III, n° 80. London, 1887; in-8°.

Mineral resources of the United States. Washington, 1885; in-8°.

Observations and researches made at the Honkong observatory in the year 1886; *by* W. Doberck. Hongkong, printed by Noronha and C°, 1887; gr. in-4°.

The Proceedings of the Linnean Society of new South Wales, second series; Vol. I, Part the third. Sydney; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. BOUSSINGAULT
LE 14 MAI 1887.

Discours de M. Schlœsing,
AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» La mort de M. Boussingault ne frappe pas seulement sa famille : c'est un deuil pour l'Académie des Sciences, pour la France entière. Notre Confrère était de ces hommes privilégiés dont le renom universel est un sujet de gloire pour leurs concitoyens. Avec lui, une grande illustration disparaît, une grande lumière s'éteint.

» D'autres titres nous le rendaient cher. Après notre vénéré Centenaire, il était le doyen par l'âge et par l'ancienneté; nous espérions fêter dans deux années sa cinquantaine académique, et, à voir passer au milieu de nous, ferme et droit, ce beau vieillard, nous pouvions y compter. Son noble caractère était hautement apprécié parmi nous; il avait la loyauté et la bienveillance, qui sont l'apanage ordinaire de la force. Il possédait ainsi tous les droits à notre affection.

» La carrière scientifique de M. Boussingault embrasse deux tiers de siècle; elle s'étend de 1821 à 1887. Dès l'âge de 19 ans, comme il était encore élève à l'École des Mineurs de Saint-Étienne, il débuta par un Mémoire remarqué sur les combinaisons du silicium avec le platine. Peu après,

il était nommé professeur à l'École des Mines de Bogota, et s'embarquait pour l'Amérique du Sud. Avec une intelligence supérieure déjà très cultivée, un cœur intrépide, une constitution robuste et l'ardeur de la jeunesse, il avait tous les éléments du succès pour la carrière qui l'attendait. Bientôt surpris, au milieu de ses travaux, par l'insurrection que dirige Bolivar, il est entraîné dans ce grand mouvement; il est attaché à l'état-major du général en chef et prend part à ses campagnes. Après la guerre, il devient surintendant des mines de Colombie. Ingénieur ou soldat, il ne cesse de parcourir les vastes contrées qui forment le Venezuela, la Nouvelle-Grenade, la Bolivie. Il déploie une étonnante activité, une merveilleuse aptitude pour les travaux les plus variés de Géologie, Minéralogie, Chimie, Physique du globe; il gravit les géants des Andes, et établit un moment son observatoire au sommet du Chimborazo. Et pendant cette existence mouvementée, il trouve le temps d'écrire une cinquantaine de Mémoires. Le mérite de ces travaux, déjà grand, est rehaussé par les circonstances au milieu desquelles ils sont accomplis. Aussi, quand M. Boussingault revient en France, la renommée l'y a devancé; il a pris rang parmi les explorateurs célèbres et a conquis sa place à côté de Humboldt.

» De retour dans sa patrie, notre illustre Confrère ne devait pas se reposer. Il allait poursuivre la solution des plus grands problèmes de la production végétale et animale. Son union avec Mlle Le Bel, sœur d'un éminent agronome, le poussa sans doute dans cette voie. La tâche à remplir était ardue; mais M. Boussingault était déjà fait aux grandes entreprises. Avec sa sûreté de jugement habituelle, il comprit dès le principe que le développement des êtres organisés n'est, après tout, que le résultat d'additions, de soustractions ou de modifications de certaines substances; c'était donc à la lumière de la Chimie qu'il fallait étudier les phénomènes de cet ordre. Dès lors fut créée la méthode si féconde, consistant à définir par l'analyse chimique les états des êtres avant et après leur mise en expérimentation, afin qu'on puisse comparer ces états et connaître les changements survenus. C'était là, Messieurs, une véritable découverte; elle nous semble aujourd'hui bien simple, et l'on est étonné qu'elle n'ait pas vu le jour plus tôt; mais les notions simples sont toujours celles qui coûtent le plus d'effort à l'esprit humain.

» La nouvelle méthode fut mise en œuvre dans le domaine à jamais célèbre de Bechelbronn, dont M. Boussingault partagea l'exploitation avec son beau-frère, M. Le Bel. On vit alors paraître coup sur coup, en quelques

années, ces mémorables travaux sur les fourrages, la composition des récoltes, les assolements, l'alimentation du bétail et tant d'autres sujets qui ont doté la Science agronomique des données fondamentales qui lui avaient manqué jusque-là. C'est par l'analyse chimique ou, comme on l'a dit, par la balance que M. Boussingault a opéré une véritable révolution dans le monde agricole; par la balance, il est devenu le promoteur incontesté des immenses progrès dans les idées et dans les faits dont notre génération a été témoin. De cette haute situation, acquise d'emblée dès le début de ses travaux à Bechelbronn, je ne donnerai qu'une preuve : lorsque les directeurs des stations agronomiques se sont réunis au Congrès de Möckern, en 1877, leur première résolution a été d'adresser à M. Boussingault, alors en résidence au Liebfrauenberg, un télégramme qui le proclamait créateur de la première station agronomique.

» Ce nom du Liebfrauenberg réveille le souvenir d'une foule de recherches de la plus haute importance, accomplies par l'illustre Maître dans cette antique abbaye bâtie aux flancs des Vosges; il est célèbre autant que celui de Bechelbronn. Au Liebfrauenberg, M. Boussingault a étudié l'atmosphère et le sol, les deux milieux nourriciers des plantes; les fonctions des feuilles, les échanges gazeux entre l'air et le végétal pendant la fixation du carbone; la nitrification, qui est simplement une combustion de matière azotée, et beaucoup d'autres sujets qu'il serait trop long d'énumérer. Et tous ces travaux sur les matières agricoles ne parviennent pas à l'absorber. Fidèle aux premières occupations de sa jeunesse, il revient sans cesse à la Géologie, à la Métallurgie, à la Physique du globe.

» On le voit, l'œuvre de M. Boussingault est immense. L'ampleur de vues qui l'a inspirée n'a jamais fait tort aux soins minutieux de l'exécution; et, sous ce rapport encore, personne ne l'a surpassé; personne n'a été plus sévère envers soi-même, plus consciencieux, plus circonspect. M. Boussingault se livre tout entier dans ses Mémoires; il y donne la description détaillée de toutes ses opérations, afin que chacun juge du degré de confiance que méritent les résultats. Ses plus importantes découvertes sont annoncées sans la moindre emphase, dans un style simple et lucide dont il ne s'est jamais départi.

» Depuis sa rentrée en France, M. Boussingault a mené l'existence sereine qui est souvent le partage et l'une des meilleures récompenses des hommes voués à la Science. Un moment il se donna à la politique. Élu membre de la Constituante en 1848, il fut désigné par cette Assemblée pour siéger au Conseil d'État; mais les événements du 2 Décembre le

rendirent bientôt à ses études et à sa chaire du Conservatoire des Arts et Métiers. A côté des grandes et pures jouissances du savant, il a connu les plus douces joies de la famille. C'était plus que de l'affection qu'il trouvait à son foyer : il y était l'objet d'une sorte de vénération. Nous aimons à nous représenter l'agréable intérieur qui lui était fait et où nous retrouvons son fils, que l'Académie connaît et qui porte dignement son grand nom. Cette tendre sollicitude qui l'entourait avait été transmise par Mme Boussingault à ses enfants comme un héritage. Quand le grand âge a eu raison de tous les soins qui lui étaient prodigués, il s'est éteint dans les bras des siens, doucement, sans connaître les angoisses de la fin.

» Illustre et vénéré Confrère, adieu; adieu, mon cher Maître. Au cours de ma carrière de professeur, j'ai rencontré à chaque pas l'occasion de faire admirer vos travaux, et je l'ai toujours saisie avec joie; j'ai cherché alors à enflammer la jeunesse pour la Science que vous avez illustrée, et à la pousser sur vos traces. C'était encore à moi que devait revenir le triste honneur de rappeler sur votre tombe vos titres de gloire; j'y trouve, en même temps qu'une poignante émotion, cette sorte de satisfaction qui accompagne l'accomplissement d'un pieux devoir.

» Vous avez eu dans ce monde une belle part. En établissant sur des bases inébranlables la Science agricole, noble Science entre toutes, vous lui avez ouvert l'ère des progrès; vous avez jeté les fondements d'une œuvre qui ira sans cesse se développant, et dont nous pouvons déjà apprécier la grandeur; vous avez mérité d'être appelé bienfaiteur des hommes. Votre gloire est impérissable et fera éternellement honneur à notre Patrie. »

Discours de M. Troost,

au nom du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine.

« Messieurs,

« Je viens, au nom du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine, apporter un suprême hommage au savant illustre que nous pleurons. Des voix émues vous ont retracé sa vie si bien remplie et les admirables travaux qui perpétueront sa mémoire. Elles vous ont dit les services qu'il a rendus à la Science, à l'Enseignement, à l'Agriculture; il me reste à rappeler avec quel dévouement il a mis toute la lucidité de sa belle intelligence, toutes les lumières de sa grande expérience au service

des questions d'hygiène générale qui ont de tout temps préoccupé l'opinion publique; avec quelle infatigable énergie il s'est appliqué à faire pénétrer, dans l'industrie et jusque dans la vie ordinaire, les données de la Science et toutes les applications dont elles sont susceptibles.

» M. Boussingault était professeur au Conservatoire des Arts et Métiers depuis 1837, membre de l'Académie des Sciences depuis 1839 et membre de la Société nationale d'Agriculture depuis 1842, lorsque le Conseil d'Hygiène l'appela dans son sein en 1844.

» Ses études comme ingénieur, ses explorations si mouvementées dans le Nouveau Monde, les difficultés exceptionnelles avec lesquelles il avait eu à lutter, non moins que ses travaux de Chimie pure ou appliquée, l'avaient admirablement armé pour résoudre scientifiquement les problèmes incessants que présentent l'alimentation d'une grande ville, ainsi que les maladies professionnelles ou épidémiques, et toutes les causes générales d'insalubrité susceptibles d'affecter une population aussi nombreuse, et aussi condensée, que celle du département de la Seine.

» C'est grâce à cette introduction constante des méthodes scientifiques dans les problèmes d'Hygiène que les questions soumises au Conseil ont souvent pris un caractère général, et que ses délibérations sont devenues les éléments de prescriptions administratives applicables à la France entière.

» Pendant près d'un demi-siècle, M. Boussingault s'est occupé activement de toutes les grandes questions dont le Conseil était saisi. Dans les nombreux Rapports qu'il présenta seul, ou en collaboration avec Bussy, Combes, Larrey, Payen, Peligot, Pasteur, etc., il n'a cessé de faire ressortir les principes généraux, les lois invariables d'hygiène, sur lesquels doit se baser toute réglementation sanitaire, trouvant constamment d'heureuses solutions, pour concilier les intérêts indéniables de l'industrie, avec les justes exigences de la salubrité des ateliers, et la protection que l'Administration doit à tout ce qui touche à la santé des ouvriers.

» Avec Payen, avec Chevalier, avec Cadet-Gassicourt, il a, dès les premières années, insisté sur les mesures à prendre pour conjurer les maladies professionnelles, auxquelles sont exposés tous ceux qui ont à manier le phosphore, le plomb et la céruse, le cuivre et les couleurs cupro-arsénicales, le mercure et ses amalgames.

» Avec Poggiale, avec Boudet, il a, depuis plus de trente ans, attiré l'attention des pouvoirs publics sur l'insalubrité des eaux puisées dans la Seine pour l'alimentation de la capitale. C'est par les ingénieux procédés

dont la Science lui est redevable qu'on a pu déterminer avec rigueur le degré d'altération de ces eaux, et démontrer les graves dangers qu'elles présentent pour la santé publique.

» C'est par les méthodes de M. Boussingault qu'on a pu doser, avec précision, l'ammoniaque produite par la décomposition des matières organiques que les égouts déversaient dans le fleuve, en amont des prises d'eau établies à Chaillot, à Neuilly, Auteuil, Asnières et Saint-Ouen.

» Ces observations du Conseil d'Hygiène, appuyées par M. Dumas dans le Conseil municipal, n'ont pas été sans influencer le vote des grands travaux accomplis par Belgrand, pour doter Paris du service abondant d'eaux de source dont nous jouissons aujourd'hui, et d'un réseau d'égouts destinés à débarrasser la Seine, dans la traversée de Paris, des liquides pollués qui s'y déversaient.

» Mais c'est surtout dans l'utilisation des eaux vannes et de tous les débris animaux, dans la préparation des engrais et des sels ammoniacaux, que M. Boussingault a réalisé, avec Payen, des progrès très importants pour l'hygiène de Paris, et des grandes villes en général. Leurs recherches ont été l'origine d'industries nouvelles; elles ont eu pour résultat l'utilisation, au profit de l'Agriculture, des débris animaux de toute sorte qu'on abandonnait trop souvent sur les voies publiques, où ils constituaient une cause d'infection permanente. Elles ont démontré qu'il y a un intérêt capital à ramener tous les résidus de la vie animale dans la terre, où ils deviennent une source de fécondité et de vie, au lieu de les laisser aller dans les rivières, où ils portent des germes de putréfaction et de mort.

» La compétence incontestée que ses publications lui avaient acquise sur des matières très diverses fit successivement appeler M. Boussingault dans les commissions du Conseil où l'on examinait, soit les falsifications des substances alimentaires, soit les mesures à prendre pour éviter la contagion des maladies épidémiques dans les écoles, dans les salles d'asile et dans les hôpitaux, soit le transport des malades ou la désinfection des locaux et des objets contaminés, soit enfin les avantages et les inconvénients de l'inhumation ou de la crémation des cadavres; et partout il apportait les vues les plus justes, les observations les mieux appropriées, même sur des sujets en apparence absolument étrangers à ses préoccupations habituelles.

» Les Membres du Conseil ont encore présente à l'esprit l'autorité avec laquelle, dans les discussions techniques, il élucidait les questions les plus délicates comme les plus compliquées. Sa science profonde, la rapidité de

ses conceptions, l'expérience qu'il avait acquise dans toutes les applications scientifiques, en faisaient pour nous un guide toujours sûr, toujours écouté avec une respectueuse déférence.

» M. Boussingault restera l'une des gloires du Conseil d'Hygiène et de Salubrité, qui gardera, avec un légitime orgueil, la mémoire du savant qui l'a honoré par l'élévation de son caractère, la grandeur de son intelligence et l'éclat incomparable de ses travaux.

» Au nom de tous nos Collègues, adieu, cher et illustre Maître. »

SÉANCE DU LUNDI 16 MAI 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en rappelant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Boussingault*, Membre de la Section d'Économie rurale, décédé le 11 mai, s'exprime comme il suit :

« Messieurs,

» Il y a quinze jours, l'Académie perdait son Président et levait sa séance en signe de deuil. Aujourd'hui, nous allons encore nous séparer pour un motif aussi douloureux. Samedi dernier, en effet, nos Confrères rendaient les derniers devoirs au doyen de notre Section d'Économie rurale, M. Boussingault.

» Les obsèques de notre Confrère, par l'éclat de la représentation officielle, le grand et éminent concours qu'elles avaient attiré, ont été dignes

de sa grande illustration et des services qu'il avait rendus à la Science et au Pays.

» Parmi les nombreux discours qui ont été prononcés, je signale à l'Académie celui de M. Schlœsing qui a parlé au nom de la Section d'Économie rurale et celui de M. Troost au nom du Conseil d'hygiène. Ces deux discours figureront aux *Comptes rendus* de cette séance.

» M. Boussingault fut un grand savant, un voyageur illustre, un descendant de de Saussure, un émule de Humboldt, un collaborateur de Dumas, un maître enfin dont les travaux et les découvertes ont changé la face de la Science agronomique et lui ont donné ses bases les plus précises et les plus sûres.

» Le grand rôle qu'il a joué dans la création de cette Science avait été admirablement préparé par ce voyage, resté célèbre, dans l'Amérique équatoriale, voyage si riche en péripéties diverses, mais qui eut en définitive pour résultat de mettre le jeune et ardent savant à toutes les écoles, en présence des manifestations les plus diverses d'une nature grandiose; et, par les phénomènes dont il était témoin, les réflexions et les méditations qu'ils provoquaient chez cet esprit supérieur, de le préparer admirablement au rôle qu'il allait bientôt jouer dans la Science agronomique.

» Ce rôle, Messieurs, a été défini avec toute autorité par nos Confrères. Il s'éleva à la hauteur de celui d'un législateur. Aux données vagues, aux appréciations souvent arbitraires, M. Boussingault montra la nécessité de substituer une étude rigoureuse qualitative et pondérale des données et des résultats. C'est en appliquant lui-même les principes féconds qu'il enseignait qu'il fut conduit aux grandes découvertes auxquelles son nom restera attaché.

» Vers la fin de sa longue carrière, quand fut venu le moment de jeter un regard en arrière sur son œuvre, M. Boussingault eut la suprême satisfaction de voir que les principaux résultats de ses travaux avaient tous été confirmés, que ses vues générales étaient universellement admises, et que la Science qu'il avait tant contribué à édifier prenait un magnifique essor.

» Aujourd'hui, cette carrière si pleine est terminée. Le nom de Boussingault entre dans la postérité. Il comptera parmi les plus glorieux pour l'Académie, pour la France et pour cette Science agronomique si belle et si utile qui lui doit tant. »

La séance publique est levée, en signe de deuil, après le dépouillement de la Correspondance.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur certaines inflexions, dans la direction des sons, qui doivent parfois rendre inefficaces les signaux sonores en usage dans la navigation.* Note de M. **H. Fizeau.**

« L'opinion publique s'est émue récemment à l'occasion de plusieurs accidents d'une gravité et d'une fréquence exceptionnelles, résultant d'abordages désastreux entre des navires qui, d'ailleurs, présentaient, sous tous les rapports, les plus grandes garanties de sécurité et qui étaient munis, notamment, des puissants appareils sonores (sirènes, sifflets à vapeur, etc.) en usage aujourd'hui et qui semblaient devoir prévenir en toute circonstance de tels événements. On a fait, à cette occasion, un appel aux ingénieurs et aux physiciens, pour rechercher les causes qui ont pu rendre parfois inefficace l'emploi de ces signaux sonores dont l'utilité est, dans la plupart des cas, hors de toute discussion.

» C'est à ce point de vue que j'ai à présenter quelques remarques fondées sur les principes de l'Acoustique et qui me semblent conduire à des conséquences pratiques importantes dont l'utilité réelle pourrait être soumise dès maintenant au contrôle d'expériences directes.

» La vitesse du son varie comme la racine carrée du rapport $\frac{e}{d}$ de la force élastique à la densité du milieu. Si l'on veut considérer les effets d'un changement de température sur la vitesse du son dans une couche d'air soumise à la pression atmosphérique, on remarque que la densité varie en raison inverse du volume, lequel s'accroît de $\alpha = 0,003665$ pour chaque degré du thermomètre; en substituant le volume v à l'inverse $\frac{1}{d}$ de la densité, et considérant α comme un accroissement très petit du volume, on a précisément pour l'accroissement de la vitesse du son pour 1°

$$\tfrac{1}{2} \text{ de } \alpha \quad \text{ou} \quad 0,001833.$$

» Si donc on suppose que, dans certaines circonstances, la mer est à sa surface plus chaude que les couches d'air voisines, celles-ci par un temps calme doivent prendre dans le voisinage de l'eau plus chaude une disposition par couches de températures décroissantes, à mesure que leurs distances augmentent jusqu'à une certaine hauteur au-dessus du niveau de l'eau. C'est ce qui s'observe le plus souvent en mer *pendant la nuit,* et fréquemment aussi dans le jour par les *temps de brouillard.*

» Dans ces circonstances, qui sont précisément celles où l'on fait le plus grand usage des signaux acoustiques, les rayons sonores, destinés à se propager horizontalement dans les couches d'air voisines de la mer, subissent nécessairement par l'effet des inégalités de température dont il s'agit des vitesses inégales, les plus voisins de la surface de l'eau prenant l'avance sur ceux qui traversent les couches situées au-dessus. Or, la direction des rayons étant toujours donnée par la normale au plan tangent commun des ondes, on voit que cette direction doit s'infléchir successivement de bas en haut, tant que la propagation se continue dans une direction voisine de la direction horizontale.

» Cette inflexion des rayons sonores, peu sensible dans le voisinage de l'origine du son, augmente beaucoup avec la distance et, à quelques centaines de mètres, peut produire des effets considérables, même pour de faibles variations de température dans les couches d'air superposées. La valeur numérique du phénomène se calcule au moyen de la formule de la vitesse du son

$$V = 331^{m}\sqrt{1 + 0,003665\,t},$$

d'où l'on peut déduire l'accroissement du chemin parcouru par le son pour une longueur de 1^{m} sous l'influence d'une élévation de température de $\frac{1}{10}$ de degré; on trouve ainsi

$$0^{m},0001833.$$

» Si l'on suppose la température des couches d'air décroissant avec la hauteur à raison seulement de $\frac{1}{10}$ de degré par mètre, la direction supposée horizontale des rayons sonores sera relevée, pour un trajet de 1^{m}, d'un angle dont la tangente a pour valeur 0,0001833, correspondant à un angle de 37″,8; cette déviation élémentaire continuant à se produire de la même manière pendant la propagation du son à grande distance, on voit que les rayons sonores doivent se relever proportionnellement à la distance, suivant une courbe que l'on reconnaît aisément pour une branche de parabole dont la concavité est tournée en haut.

» Les tangentes successives menées à cette courbe s'élèvent donc au-dessus de l'horizontale d'une quantité proportionnelle à la distance D à laquelle le son est parvenu, et le produit $D \times 0,0001833$ donne, en chaque point, la valeur de cette tangente. On déduit facilement de là les ordonnées H de la parabole

$$H = \tfrac{1}{2}D^2 \times 0,0001833.$$

» Ce sont précisément les hauteurs auxquelles il faudrait se placer à différentes distances, pour entendre les sons qui se propageaient primitivement dans la direction horizontale, direction dans laquelle le son s'éteint presque entièrement par le phénomène dont il s'agit.

Distances horizontales à partir de l'origine des ondes sonores.	Hauteurs verticales des rayons sonores au-dessus de leur direction horizontale primitive.
m	m
10	0,009165
100	0,9165
250	5,728
500	22,91
750	51,5
1000	91,6

» On a supposé une distribution régulière de la température dans les couches inférieures de l'air, à raison de $\frac{1}{10}$ de degré de moins par chaque mètre de hauteur au-dessus de la surface de la mer, hypothèse qui paraît devoir être assez souvent au-dessous de la réalité, dans certaines saisons, par des temps de brouillard, des nuits tranquilles et une mer calme, plus chaude de quelques degrés que les couches d'air voisines. Les nombres cités peuvent donc être regardés comme des valeurs faibles qui pourraient être doublées ou triplées, si la décroissance des températures de l'air venait à atteindre $\frac{2}{10}$ ou $\frac{3}{10}$ de degré par mètre de hauteur (1).

» On voit que, dans des circonstances qui doivent se réaliser assez souvent, la propagation des ondes sonores peut donner lieu à une sorte de *mirage du son*, tout à fait analogue aux phénomènes correspondants bien connus de la lumière. Les moyens à employer pour corriger les effets de

(1) Des effets analogues doivent être attribués au vent direct ou contraire, avec vitesses inégales dues au frottement contre le sol des couches d'air en mouvement qui entraînent les ondes. Par le vent contraire à la direction des sons, les effets sont tout à fait semblables à ceux que l'on vient d'analyser. Par le vent de même direction que les sons, l'inégalité des vitesses des couches d'air produit un effet inverse du précédent et très favorable à l'audition à distance; c'est ce que l'expérience vulgaire a reconnu depuis longtemps. Les brusques inégalités d'intensité observées pendant les rafales s'expliquent également d'une manière satisfaisante par les changements fréquents de direction et de concentration des ondes sonores, avec des interférences variées, et plus ou moins complexes, entre les rayons réfléchis et les rayons directs. Tous ces phénomènes doivent être rapportés aux vitesses inégales de la propagation dans les couches d'air voisines, soit par l'effet de petites différences de température, soit par l'entraînement direct des sons par les couches d'air animées de vitesses différentes, soit simultanément par ces deux causes agissant à des degrés divers.

cette déviation accidentelle des signaux sonores, et obtenir par tous les temps la plus grande portée possible, se présentent d'eux-mêmes. Puisque l'on a à redouter une inflexion des sons suivant une courbe dont la concavité est tournée en haut, il doit être avantageux de placer, d'un côté le point de départ des sons, et de l'autre le point d'arrivée, à une assez grande hauteur au-dessus des couches inférieures de l'air, pour que les sons puissent suivre librement leur marche en ligne courbe, sans sortir de l'espace où ils peuvent être entendus.

» On doit considérer comme probable qu'il y aurait là un résultat important à réaliser par des moyens assez simples dont je ne puis indiquer ici que le principe, et il me sera permis d'émettre le vœu que des expériences spéciales soient faites prochainement, en pleine mer et près des côtes, dans les conditions les plus propres à utiliser dans la pratique ces indications de la théorie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Effets des tremblements de terre sur les appareils magnétiques;* par M. **Mascart.**

« En communiquant à l'Académie les perturbations accusées par les enregistreurs magnétiques au moment du tremblement de terre du 23 février, je signalais la simultanéité imprévue des oscillations produites dans les observatoires de Perpignan, Lyon, Parc Saint-Maur (auxquels je puis ajouter Toulouse) et j'exprimais l'idée qu'il serait sans doute possible de mieux préciser les conditions du phénomène par une enquête auprès des observatoires étrangers.

» La question est moins simple qu'elle ne paraissait d'abord et quelques renseignements me manquent encore; mais, après la Note de M. Offret, je dois y revenir dès maintenant pour discuter les conditions physiques des appareils employés à l'enregistrement.

» Je ferai d'abord une remarque sur l'heure indiquée par les observateurs eux-mêmes. A Utrecht, d'après M. Snellen, Directeur de l'Institut météorologique, le phénomène a débuté à 5^h45^m (temps moyen de Paris), et non 5^h48^m.

» Pour une série d'observatoires voisins, le retard, par rapport aux stations françaises, serait donc, pour Greenwich et Kew, $+2^m$, Bruxelles, $+4^m$, Utrecht, o, Wilhelmshaven, $+6^m$. D'autre part, le début des perturbations à Vienne paraît avoir eu lieu 3^m plus tôt pour le déclinomètre que pour le barreau à suspension bifilaire qui donne les variations de la compo-

sante horizontale. Comme la plupart des observateurs n'estiment pas à moins d'une minute l'erreur possible d'appréciation du temps sur les courbes photographiques, on jugera sans doute qu'il est un peu prématuré de déduire de ces observations discordantes une vitesse quelconque de propagation.

» Il est donc nécessaire d'examiner de plus près la nature des effets produits. Toutes les observations montrent que les barreaux aimantés ont reçu plusieurs impulsions successives; or le résultat final de ces impulsions peut être très différent suivant les relations qui existent entre la période des oscillations propres des instruments, leur mode d'amortissement et les intervalles de temps qui séparent les impulsions successives.

» Si la période d'oscillation des barreaux était très courte et l'amortissement très rapide, chacune des impulsions se traduirait d'une manière indépendante, sans être troublée par le résidu des oscillations antérieures.

» Au contraire, si l'amortissement est lent ou si la période d'oscillation est de même ordre que les intervalles des impulsions, l'amplitude maximum des déviations devient un résultat très complexe, variable avec les appareils, qui peut n'avoir aucune relation simple avec l'époque et la grandeur du maximum d'impulsion. Enfin, le début même du phénomène peut être voilé si deux impulsions de sens contraires se succèdent avant que le barreau se soit déplacé d'une quantité notable.

» Que la cause soit mécanique ou électrique, il n'y a aucune raison pour qu'elle ait des composantes de même ordre de grandeur pour les trois instruments de variations. En fût-il ainsi d'ailleurs, les remarques précédentes permettent de comprendre comment il est possible que ces trois composantes ne se traduisent pas, dans un même observatoire ou dans des observatoires voisins, par des déviations de même ordre, comment le déclinomètre de Kew a pu rester à peu près immobile, tandis que celui de Greenwich a indiqué une variation de 20′ d'arc, comment enfin, à l'observatoire de Vienne, le barreau du bifilaire a pu se mettre en mouvement plusieurs minutes après le déclinomètre. Les appareils sont, en effet, de dimensions très différentes. Tandis que le déclinomètre de Kew est formé par un barreau relativement court, probablement de 10^{cm} ou 15^{cm}, le barreau de Greenwich a 2 pieds de longueur et met vingt-quatre secondes pour faire une oscillation simple.

» Dans les stations françaises que j'ai citées, les enregistreurs sont tous du même type; les barreaux du déclinomètre et du bifilaire ont 5^{cm} de longueur; ils oscillent et s'amortissent très rapidement. Si l'on met à part

la balance magnétique, pour laquelle la perturbation a été à peine appréciable, les oscillations se sont produites brusquement, comme elles le feraient par l'action d'un courant électrique. Pour d'autres observatoires, au contraire, particulièrement à Greenwich, l'inspection des courbes montre que les déviations ont été d'abord en croissant pour atteindre leur maximum au bout de quelque temps, et il n'est pas impossible que le début du phénomène échappe à l'observation. On voit, d'après cela, combien on peut commettre d'erreurs, soit sur l'époque, soit sur la grandeur des perturbations, en comparant sans une discussion attentive les résultats fournis par des appareils très différents.

» Il paraît bien certain que la simultanéité n'existe pas pour les phénomènes observés. Si elle a lieu en France avec des instruments identiques et au degré d'approximation des lectures, le retard pour les observatoires étrangers varie depuis 0^m (Utrecht), 2^m (Greenwich et Kew), 3^m (Pola), 4^m (Bruxelles et Lisbonne), 6^m (Wilhelmshaven), jusqu'à 7^m pour la composante horizontale à Vienne. J'ajouterai encore qu'aucun effet sensible n'a été constaté dans les observatoires anglais de Falmouth et de Stonyhurst, ni à l'observatoire de Pawlowsk.

» Le désaccord de tous ces résultats est manifeste; mais il paraît difficile de dégager la part qui revient aux erreurs possibles d'observation, étant données la petitesse des effets et celle qui est due à la différence considérable des instruments. Enfin, si la cause est électrique, on en ignore absolument le mécanisme; comme les courants successifs se disséminent nécessairement à partir du centre de production, on ne peut affirmer qu'à toute distance le premier effet observé corresponde à la même phase du phénomène. La question ne peut donc être résolue par l'observation avant qu'un autre événement analogue ait donné l'occasion de faire des mesures plus exactes. »

PHYSIOLOGIE. — *Conséquences physiologiques de la détermination de l'activité spécifique des échanges ou du coefficient de l'activité nutritive et respiratoire dans les muscles en repos et en travail;* par M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de M. **Kaufmann**.

« Les expériences à l'aide desquelles ont été déterminés les coefficients qui donnent la mesure de l'activité spécifique des échanges nutritifs et respiratoires, dans le muscle releveur propre de la lèvre supérieure en re-

pos et en travail, chez le cheval (voir *Comptes rendus*, séance du 25 avril 1887, t. CIV, p. 1126), ne sont que la première ébauche d'une étude longue et difficile. Néanmoins, il est peu probable que la signification générale des résultats principaux que ces expériences ont donnés soit notablement modifiée par les recherches ultérieures. Ce qui me le fait penser, c'est que ces résultats montrent une tendance générale à témoigner dans le même sens. Aussi importe-t-il d'exposer dès maintenant les conclusions provisoires qu'on peut tirer de ces expériences, absolument comme si elles ne présentaient aucune imperfection. Ces conclusions auront tout au moins l'avantage de servir de base et de direction pour de nouveaux travaux.

» Le résumé et l'enseignement des faits vont d'abord être présentés dans une série de Tableaux. On ne se méprendra pas sur l'apparente précision des chiffres qu'ils contiennent. Je les cite tels que le calcul les a donnés. La véritable précision consistera à y substituer des nombres ronds, quand les expériences auront été suffisamment variées et multipliées. J'eusse de beaucoup préféré donner de suite ces nombres fermes. Malheureusement, je ne suis pas maître du moment où je puis faire mes expériences. Privé, à Paris, de tout moyen de travail, je suis dans la nécessité, pour poursuivre mes recherches, d'aller retrouver à Lyon mes anciens laboratoires.

A. — *Tableau de l'activité nutritive et respiratoire, rapportée à 1gr de tissu musculaire et une minute de temps, dans le muscle releveur de la lèvre supérieure du cheval.*

NUMÉROS des expériences.	POIDS du muscle.	IRRIGATION sanguine. Repos.	IRRIGATION sanguine. Travail.	OXYGÈNE absorbé par le muscle. Repos.	OXYGÈNE absorbé par le muscle. Travail.	ACIDE CARBONIQUE exhalé par le muscle (?). Repos.	ACIDE CARBONIQUE exhalé par le muscle (?). Travail.	SUCRE absorbé par le muscle. Repos.	SUCRE absorbé par le muscle. Travail.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
1.......	22,55	0,115	(—) 0,586						
2.......	23,80	0,084	(—) 0,611	0,00000479	0,00007148	0,00000365	0,00012534	0,00000598 (?)	0,00007026 (?)
3.......	13,00	0,374	(+) 1,253	0,00001167	0,00020190	0,00001168	0,00035488	0,00006358	0,00022303
4.......	21,00	0,142	(+) 0,952	0,00000419	0,00014899	0,00000518	0,00025709	0,00003976 (?)	0,00012852
Moy...	//	0,174	0,850	0,00000688	0,00014079	0,00000684	0,00024577	0,00003644	0,00014027

Le signe (—) indique une activité modérée et le signe (+) une activité énergique du muscle pendant le travail.
Le signe (?) veut dire que le coefficient en regard duquel il est placé a été établi d'après des documents dont on n'est pas sûr.

B. — *Tableau de l'activité nutritive et respiratoire du muscle releveur de la lèvre supérieure pendant une minute. Rapport de l'oxygène pris au sang par le muscle à l'oxygène contenu dans l'acide carbonique pris au muscle par le sang.*

CONDITIONS physiologiques du muscle.		POIDS du muscle.	POIDS du sang qui traverse le muscle.	POIDS de l'oxygène cédé par le sang au muscle.	POIDS de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique cédé au sang par le muscle.	DIFFÉRENCE entre l'oxygène pris et l'oxygène cédé par le muscle.	POIDS de l'oxygène nécessaire à la combustion du carbone de la glycose cédée au muscle par le sang.
Travail.	N° 2. Fonctionnement modéré...........	gr 23,8	gr 14,54	gr 0,00170122	gr 0,00216960	gr —0,00046838	gr 0,00162152
	N° 3. Fonctionnement actif............	13,0	16,29	0,00262470	0,00335535	—0,00073065	0,00281151
	N° 4. Fonctionnement actif..............	21,0	20,0	0,00312879	0,00392661	—0,00079782	0,00261714
	Moyennes.......		16,94	0,00248490	0,00315052	—0,00066562	0,00235005
Repos.	N° 2. Inactivité en apparence complète..	23,8	2,01	0,00011400	0,00006318	+0,00005082	0,00013800
	N° 3. Inactivité en apparence complète..	13,0	4,86	0,00015210	0,00011043	+0,00004167	0,00080149
	N° 4. Inactivité en apparence complète..	21,0	2,97	0,00008799	0,00007911	+0,00000888	0,00080966
	Moyennes......		3,25	0,00011803	0,00008424	+0,00003379	0,00058305

C. — *Tableau de l'activité nutritive et respiratoire du muscle releveur propre de la lèvre supérieure pendant une minute. Rapport du carbone cédé par le muscle au sang sous forme d'acide carbonique à celui que le muscle prend au sang sous forme de glycose.*

	CONDITIONS physiologiques du muscle.	POIDS du muscle.	POIDS du sang qui traverse le muscle.	ACIDE carbonique pris par le sang dans son passage à travers le muscle.	GLYCOSE cédée par le sang dans son passage à travers le muscle.	CARBONE contenu dans l'acide carbonique.	CARBONE contenu dans la glycose.	DIFFÉRENCE entre le carbone cédé et le carbone pris par le muscle.
Travail.	N° 2. Fonctionnement modéré.	gr 23,8	gr 14,54	gr 0,00298309	gr 0,00167218	gr 0,00081349	gr 0,00060800	gr +0,00020549
	N° 3. Fonctionnement actif	13,0	16,29	0,00461344	0,00289939	0,00125808	0,00105421	+0,00020387
	N° 4. Fonctionnement actif	21,0	20,0	0,00539889	0,00269892	0,00147228	0,00098133	+0,00049095
	Moyennes		16,94	0,00433181	0,00242349	0,00118128	0,00088118	+0,00030610
Repos.	N° 2. Inactivité en apparence complète	23,8	2,01	0,00008687	0,00014232	0,00002368	0,00005174	—0,00002806
	N° 3. Inactivité en apparence complète	13,0	4,86	0,00015184	0,00082654	0,00004141	0,00030053	—0,00025912
	N° 4. Inactivité en apparence complète	21,0	2,97	0,00010878	0,00083496	0,00002967	0,00030359	—0,00027392
	Moyennes		3,25	0,00011589	0,00060127	0,00003160	0,00021862	—0,00018702

D. — *Tableau de l'activité nutritive et respiratoire du muscle releveur propre de la lèvre supérieure pendant une minute. — Variations de l'irrigation sanguine dans une paire de muscles (première expérience) du poids moyen de* 22gr,55 *chacun, pendant des périodes alternatives de repos et de travail.*

POIDS DU SANG qui traverse le muscle en repos.				POIDS DU SANG qui traverse le muscle en travail.			
1re période	N° 1	gr 2,83	Moyenne : gr 2,86	2e période	N° 1	gr 12,50	Moyenne : gr 13,32
	N° 2	2,66			N° 2	14,14	
	N° 3	3,10					
3e période (Tranquillité parfaite, somnolence)	N° 1	1,22	Moyenne : 1,53	4e période	N° 1	13,74	Moyenne : 13,57
	N° 2	1,55			N° 2	13,40	
	N° 3	1,81					
5e période	N° 1	2,23	Moyenne : 3,67	6e période	N° 1	13,14	Moyenne : 12,94
	N° 2	2,61			N° 2	12,74	
	N° 3	5,20					
	N° 4	4,56					
	N° 5	3,74					
Moyenne d'ensemble			2,68	Moyenne d'ensemble			13,27

» Extrayons de ces Tableaux les conclusions qu'entraînent les renseignements qui y sont contenus, en les supposant tous parfaitement exacts, ce qui est sûr seulement pour ceux qui concernent l'irrigation sanguine et l'absorption de l'oxygène par le muscle.

» A. *Relativement à l'activité circulatoire pendant le travail.* — 1° La quantité de sang qui passe dans *une minute* à travers le tissu musculaire en état d'activité équivaut, en moyenne, à 0,850 du poids du muscle, chez les sujets amaigris, dont les muscles ont une faible masse.

» 2° Ce coefficient peut subir des oscillations régulières commandées par les conditions physiologiques : il croît et décroît avec l'activité fonctionnelle des muscles.

» 3° Dans un même muscle accomplissant le même travail, le coefficient de l'irrigation sanguine est sensiblement constant.

» 4° Il est aussi sensiblement le même sur les sujets différents dont les muscles ont le même poids et exécutent le même travail.

» 5° Si les muscles qui accomplissent le même travail, sur deux sujets différents, n'ont pas le même poids, de grandes différences s'observent dans l'activité circulatoire spécifique ; elle s'élève considérablement dans le muscle du poids le plus faible. En sorte que, pour un même travail accompli, l'irrigation sanguine spécifique tend à être inversement proportionnelle au poids des muscles qui exécutent le travail. Autrement dit, la même somme de travail exige la même quantité de sang pour l'irrigation nutritive et respiratoire des muscles, quelle que soit la masse de ceux-ci.

» B. *Relativement à l'activité circulatoire pendant l'état de repos.* — 1° La quantité de sang qui passe dans *une minute* à travers le tissu musculaire en état d'inactivité équivaut, en moyenne, à 0,175 du poids du muscle chez les sujets amaigris. La circulation est donc près de cinq fois moins active que pendant le travail (¹).

(¹) Les expériences antérieures sur une des veines du muscle masséter avaient indiqué, pour l'activité de la circulation pendant le travail et le repos, une différence beaucoup moins grande, $\frac{3}{1}$. Il faut dire que le muscle releveur propre de la lèvre supérieure, sur lequel ont porté les expériences nouvelles, est plus complètement relâché que le masséter pendant le repos. Il faut dire aussi que le releveur se contracte plus souvent et fait probablement plus de travail par rapport à sa masse. D'autre part, les conditions d'exactitude ne sont pas aussi complètement réalisées, quand on agit sur la veine du masséter, à cause de la multiplicité des voies de dérivation du sang existant dans ce dernier muscle. Ajoutons ceci : dans le cas où la veine du masséter n'est pas liée et où le sang que l'on veut peser ou analyser est recueilli par simple ponction du

» 2° Contrairement à ce qui a lieu quand le muscle travaille, le coefficient de l'activité de la circulation varie singulièrement pendant le repos, non seulement d'un sujet à un autre, mais encore sur le même sujet, comme le montre très clairement le Tableau D. Tandis que les variations de cette activité circulatoire ne vont que de 12,50 à 14,14 dans l'état de travail, elles peuvent s'étendre de 1,22 à 5,20 dans l'état de repos, chez le même animal.

» 3° En raison de ces variations, il est difficile, peut-être impossible, de déterminer le véritable coefficient moyen de l'irrigation sanguine pendant le repos. Le chiffre 0,175, donné plus haut, ne vaut que pour les quelques cas spéciaux que l'on a rapprochés et comparés. Il est sans doute beaucoup trop fort. Comme le temps de repos complet, pendant lequel l'activité circulatoire est à son minimum, l'emporte de beaucoup en durée sur les autres périodes de repos, celles qui suivent plus ou moins immédiatement les périodes de travail, il y a lieu, selon toutes probabilités, d'abaisser considérablement le chiffre ci-dessus.

» C. *Relativement à l'absorption de l'oxygène apporté au muscle par le sang pendant le travail.* — 1° La quantité d'oxygène que le sang abandonne, en *une minute*, au tissu musculaire pendant le travail équivaut, en moyenne, à 0,00014100 du poids du muscle, chez les sujets amaigris.

» 2° Comme celui de l'irrigation sanguine, ce coefficient croît ou décroît avec l'activité fonctionnelle du tissu musculaire et tend à prendre une valeur inversement proportionnelle au poids des muscles lorsque ceux-ci font le même travail.

» 3° La quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbonique que le sang prend au muscle est supérieure à celle que celui-ci reçoit de celui-là. Le rapport moyen de ces deux quantités est 1,223. Ainsi, d'après les nouvelles expériences sur le muscle releveur propre de la lèvre supérieure, la quantité, relativement considérable, d'oxygène absorbée par le muscle pendant le travail est insuffisante pour alimenter les combustions organiques, même réduites à celle du carbone contenu dans l'acide carbonique excrété; ce qui supposerait, conformément aux résultats des pre-

---

vaisseau, près de son embouchure dans la jugulaire, le voisinage de celle-ci expose à des erreurs, à cause du mélange possible du sang des deux vaisseaux.

C'est sans doute aux mêmes causes qu'il faut attribuer également l'énorme supériorité du rapport de l'oxygène absorbé pendant le travail à celui qui l'est pendant le repos, dans le cas des expériences actuelles.

mières recherches de Pettenkoffer et Voit sur l'air expiré, un emmagasinement d'oxygène pendant le repos du muscle, s'il était possible de compter sur l'exactitude de la détermination de l'acide carbonique du sang.

» 4° Comparé à la quantité d'oxygène nécessaire à la combustion du carbone contenu dans la glycose prise par le muscle au sang, pendant le travail, l'oxygène cédé au muscle par le sang présente un léger excédent. Le rapport est 1,057.

» D. *Relativement à l'absorption de l'oxygène apporté au muscle par le sang dans l'état de repos.* — 1° La quantité d'oxygène que le sang abandonne, en *une minute*, au tissu musculaire pendant le repos équivaut, en moyenne, à 0,00000690 du poids du muscle, c'est-à-dire que l'absorption d'oxygène par le muscle en repos s'est montrée, dans les nouvelles expériences, vingt et une fois moins active que dans le muscle en travail.

» 2° Cette différence énorme d'activité entre l'état de repos et l'état de travail s'accentue encore quand on compare ces deux états au point de vue de la production d'acide carbonique; mais cette accentuation peut fort bien n'être que le résultat des difficultés que présente la détermination rigoureusement exacte de l'acide carbonique du sang.

» 3° A l'inverse de ce qui arrive pendant le travail, tout l'oxygène absorbé par le muscle en repos ne se retrouve pas dans l'acide carbonique excrété par le muscle. L'excédent, pour la durée d'une minute, équivaut, en moyenne, à 0,00000190 du poids du muscle. C'est cet excédent qui alimente l'emmagasinement de l'oxygène pendant l'état d'inactivité du muscle.

» E. *Relativement au carbone rendu au sang sous forme d'acide carbonique et supposé brûlé pendant le travail.* — 1° La quantité de carbone brûlé, en *une minute*, par le tissu musculaire pendant le travail équivaut, en moyenne, à 0,00006700 du poids du muscle.

» 2° Cette quantité de carbone est supérieure à celle fournie par la glycose qui disparaît du sang et qui doit être évaluée à 0,00005110 du poids du muscle. L'excédent vient soit du sucre emmagasiné pendant le repos et dont il va être question ci-dessous, soit d'autres substances, principes gras ou azotés.

» F. *Relativement au carbone rendu au sang sous forme d'acide carbonique et supposé brûlé pendant l'état de repos.* — 1° La quantité de carbone brûlé, en *une minute*, par le tissu musculaire à l'état d'inactivité équivaut, en moyenne, à 0,00000190 du poids du muscle.

» 2° Contrairement à ce qui a lieu pendant le travail, la quantité de

carbone fourni au muscle en repos par la glycose qui disparaît du sang est supérieure à celle qui est transformée en acide carbonique. Il y a donc une partie de cette glycose qui n'est pas utilisée directement dans les combustions du muscle en état d'inactivité. C'est l'origine de la réserve de glycogène qui se consomme pendant le travail. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Edmond Dubois** adresse, pour les concours des prix que l'Académie décerne, avec plusieurs Ouvrages sur l'Astronomie et la Navigation dont les titres sont mentionnés au *Bulletin bibliographique*, une Note de Mécanique céleste intitulée : « La hauteur de l'atmosphère aux pôles est plus considérable qu'à l'équateur »; une deuxième Note portant pour titre : « Nouvelle méthode pour déterminer la parallaxe de la planète Mars »; et une troisième Note sur un théorème ayant pour énoncé : « Le demi petit axe d'une ellipse est la limite vers laquelle tend la moyenne des rayons vecteurs également distribués autour d'un foyer ».

(Renvoi aux Commissions de prix.)

M. **Émile Hébert** adresse, pour le concours du prix Bréant, un Mémoire intitulé : « L'épidémie de choléra à Audierne (Finistère) en 1885-1886 ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **Jules Girard** adresse, pour le concours du prix Gay, un Mémoire sur la distribution de la chaleur à la surface du globe.

(Renvoi à la Commission du prix Gay.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de MM. *E. Risler* et *E. Colomb-Pradel* intitulée : « Dans quelles limites l'analyse chimique des terres peut-elle servir à déterminer les engrais dont elles ont besoin? » (Présentée par M. Peligot.)

2° La deuxième livraison du tome III des « Annales de Mathématiques » publiées par l'Université de Virginie.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet une photographie du pic Rakata (volcan de Krakatoa), accompagnée d'une Note explicative, adressée à l'Académie par M. *Verbeek*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Barnard (e 1887), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

« L'annonce de la découverte de cette comète est arrivée le 14 mai, avec l'observation suivante, faite à Cambridge (États-Unis) :

1887. Mai 12, à $12^h 12^m,8$, temps moyen de Cambridge.

Æ....................	$15^h 10^m 49^s,0$
Déclinaison............	$-30°35'50''$

Dates. 1887.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	✶ — ⋆ Ascension droite.	✶ — ⋆ Déclinaison.	Nombre de compar.
			m s	' "	
Mai 14......	a 14451 Arg. OE_2.	9	+ 0.27,37	— 0.27,1	8:8
14......	a »	9	+ 0.29,19	+ 0.12,2	8:8

Position de l'étoile de comparaison.

Dates. 1887.	Étoile de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison appar. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ' "	"	
Mai 14..	a	15.13. 3,99	+2,21	—29.41.38,7	—1,7	½ Arg. OE_2 + Gould *Zones*.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ' "	
Mai 14......	10.28.26	15.13.33,57	$\bar{1},162_n$	—29.42. 7,5	0,929
14......	10.57.56	15.13.35,39	$\bar{2},952_n$	—29.41.28,2	0,934

» Remarque. — *Mai* 14. La comète est de 13e grandeur; c'est une nébulosité ronde, de 1' de diamètre, avec une condensation centrale assez vive, malgré la faible hauteur de l'astre au-dessus de l'horizon. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système d'équations aux dérivées partielles.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Hermite.

« On connaît le rôle important que joue, dans la théorie générale des équations linéaires du second ordre, l'équation différentielle du troisième ordre qui lie à la variable le quotient de deux intégrales particulières. J'ai eu besoin, pour certaines recherches, de former un système d'équations aux dérivées partielles qui se rattache de la même façon aux systèmes d'équations linéaires aux dérivées partielles de la forme suivante

$$(1)\qquad \begin{cases} r = a_1 p + a_2 q + a_3 z, \\ t = b_1 p + b_2 q + b_3 z, \\ s = c_1 p + c_2 q + c_3 z, \end{cases}$$

où

$$p = \frac{\partial z}{\partial x}, \quad q = \frac{\partial z}{\partial y}, \quad r = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \quad s = \frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y}, \quad t = \frac{\partial^2 z}{\partial y^2},$$

et où les a, b, c sont des fonctions des variables x, y.

» Supposons que les conditions d'intégrabilité $\frac{\partial r}{\partial y} = \frac{\partial s}{\partial x}$, $\frac{\partial s}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial x}$ soient satisfaites identiquement; le système (1) admettra trois intégrales linéairement indépendantes ω_1, ω_2, ω_3, et l'on obtiendra l'intégrale générale en prenant

$$z = C_1 \omega_1 + C_2 \omega_2 + C_3 \omega_3,$$

C_1, C_2, C_3 désignant trois constantes arbitraires (voir Appell, *Journal de Mathématiques*, 3e série, t. VIII, p. 192; 1882). Posons

$$u = \frac{\omega_2}{\omega_1}, \qquad v = \frac{\omega_3}{\omega_1};$$

on obtient comme il suit un système d'équations aux dérivées partielles permettant de définir directement u et v comme fonctions des variables x et y. Il remarque pour cela que, si dans les équations (1) on pose

$$z = uZ \quad \text{ou} \quad z = vZ,$$

les nouvelles équations analogues aux équations (1), que l'on obtient ainsi, devront admettre une intégrale commune avec les équations (1). On

déduit, par un calcul bien simple, que u et v devront vérifier l'équation aux dérivées partielles

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial^2\pi}{\partial x^2}\left(\frac{\partial\pi}{\partial y}\right)^2+\frac{\partial^2\pi}{\partial y^2}\left(\frac{\partial\pi}{\partial x}\right)^2-2\frac{\partial\pi}{\partial x}\frac{\partial\pi}{\partial y}\frac{\partial^2\pi}{\partial x\,\partial y}\\ &\quad=\mathrm{A}\left(\frac{\partial\pi}{\partial x}\right)^3+\mathrm{B}\left(\frac{\partial\pi}{\partial x}\right)^2\frac{\partial\pi}{\partial y}+\mathrm{C}\frac{\partial\pi}{\partial x}\left(\frac{\partial\pi}{\partial y}\right)^2+\mathrm{D}\left(\frac{\partial\pi}{\partial y}\right)^3,\end{aligned}\right.$$

où

$$\mathrm{A}=b_1,\qquad \mathrm{B}=b_2-2c_1,\qquad \mathrm{C}=a_1-2c_2,\qquad \mathrm{D}=a_2.$$

» La composition de cette équation aux dérivées partielles est bien aisée à retenir. Le premier membre n'est autre chose que le premier membre de l'équation aux dérivées partielles des surfaces conoïdes; quant aux coefficients A, B, C, D, ce sont des invariants du système (1), relativement au changement de fonction inconnue $z=\pi\times \mathrm{Z}$.

» D'un autre côté, λ et μ désignant deux constantes, $\lambda u+\mu v$ devra aussi vérifier l'équation (2). En remplaçant π par $\lambda u+\mu v$ dans cette équation et en égalant à zéro les coefficients de λ^3, $\lambda^2\mu$, $\lambda\mu^2$, μ^3, nous obtenons par conséquent un système de quatre équations aux dérivées partielles du second ordre, qui sont vérifiées par les fonctions u et v. On peut remplacer ce système par un système équivalent, qui est linéaire par rapport à chacune des fonctions u, v séparément,

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}-\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}=\mathrm{A}\Delta,\\ &\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}-\frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+2\left(\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y}-\frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}\right)=\mathrm{B}\Delta,\\ &\frac{\partial v}{\partial y}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-\frac{\partial u}{\partial y}\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+2\left(\frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}-\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y}\right)=\mathrm{C}\Delta,\\ &\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}-\frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}=\mathrm{D}\Delta,\end{aligned}\right.$$

où

$$\Delta=\frac{\partial u}{\partial x}\frac{\partial v}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial x}\frac{\partial u}{\partial y}.$$

» Des équations (3) nous déduisons $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$, $\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}$, $\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}$ en fonction de $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$, $\frac{\partial v}{\partial x}$, $\frac{\partial v}{\partial y}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}$, $\frac{\partial^2 v}{\partial x\,\partial y}$, pourvu que le déterminant fonctionnel Δ ne soit pas nul, et il est bien aisé de prouver que ce déterminant ne peut être nul identiquement. Si l'on différentie ensuite les quatre équations (3) par rapport à x et à y, on déduira des nouvelles équations les dérivées par-

tielles $\frac{\partial^3 u}{\partial x^2 \partial y}$, $\frac{\partial^3 u}{\partial x \partial y^2}$, $\frac{\partial^3 v}{\partial x^2 \partial y}$, $\frac{\partial^3 v}{\partial x \partial y^2}$ en fonction des précédentes, et l'on pourra former un système de huit équations aux différentielles totales du premier ordre, où les inconnues seront u, v, $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$, $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}$, $\frac{\partial v}{\partial x}$, $\frac{\partial v}{\partial y}$, $\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y}$. Si les conditions d'intégrabilité de ce système sont satisfaites identiquement, l'intégrale générale contiendra huit constantes arbitraires. Mais nous savons *a priori* que les fonctions u et v dépendent de huit constantes arbitraires. Il est donc nécessaire que ces conditions d'intégrabilité soient satisfaites identiquement, et l'on aura, par conséquent, l'intégrale générale des équations (3) en prenant

$$u = \frac{l\omega_1 + m\omega_2 + n\omega_3}{l'\omega_1 + m'\omega_2 + n'\omega_3}, \qquad v = \frac{l_1\omega_1 + m_1\omega_2 + n_1\omega_3}{l'\omega_1 + m'\omega_2 + n'\omega_3},$$

$l, m, n, \ldots$ désignant des constantes arbitraires. Il est aisé de vérifier que les équations (3) ne changent pas quand on effectue sur u et v une substitution linéaire quelconque

$$u' = \frac{lu + mv + n}{l'u + m'v + n'}, \qquad v' = \frac{l_1 u + m_1 v + n_1}{l'u + m'v + n'}.$$

Il est intéressant de remarquer que, lorsqu'on prend u et v pour variables indépendantes, l'équation (2) se réduit à l'équation aux dérivées partielles des surfaces conoïdes, de sorte que l'intégrale générale sera donnée par la relation

$$u\,\varphi(\pi) + v\,\psi(\pi) = 1,$$

φ et ψ désignant deux fonctions arbitraires.

» Si l'on considère maintenant x et y comme fonctions de u et de v, on a tout pareillement deux systèmes équivalents d'équations aux dérivées partielles du second ordre. Dans l'un d'eux, les premiers membres sont identiques aux premiers membres des équations (3), sauf le changement de u, v en x, y; mais les seconds membres sont un peu plus compliqués. Les équations (3) et les équations inverses permettent de traiter un grand nombre de questions relatives aux équations (1). En particulier, on peut s'en servir pour former les systèmes (1), où les a, b, c sont des fonctions rationnelles des variables x, y, et dont l'intégrale générale se compose de fonctions algébriques de ces deux variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les péninvariants des formes binaires.* Note de M. M. D'OCAGNE, présentée par M. Poincaré.

« M. R. Perrin, généralisant un théorème que j'ai eu récemment l'honneur de présenter à l'Académie (¹), a démontré cette belle proposition (²) :

» *Si l'on considère* a_0 *comme une fonction d'une variable fictive* ζ, *dont les dérivées successives par rapport à* ζ *seraient* $a_1, a_2, a_3, \ldots$, *l'expression*

$$[\varpi_p, \varpi_q]_r = p^r \varpi_p \frac{d^r \varpi_q}{d\zeta^q} - \frac{r}{1} p^{r-1} q \frac{d\varpi_p}{d\zeta} \frac{d^{r-1} \varpi_q}{d\zeta^{r-1}} + \frac{r(r-1)}{1.2} p^{r-2} q^2 \frac{d^2 \varpi_p}{d\zeta^2} \frac{d^{r-2} \varpi_q}{d\zeta^{r-2}} - \ldots,$$

formée au moyen des péninvariants ϖ_p *et* ϖ_q *de la forme binaire*

$$(a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n)(x, y)^n,$$

est aussi un péninvariant de cette forme.

» L'intérêt qui s'attache à la considération de l'algorithme $[\varpi_p, \varpi_q]_r$ a été mis en relief, dans la Note même de M. Perrin, par des exemples nombreux et bien choisis. Il semble donc que ce nouvel algorithme soit appelé à jouer un rôle important dans la théorie des formes. Cela m'engage à en signaler la propriété suivante :

» *Si dans l'expression* $[\varpi_p, \varpi_q]_r$, *déduite des péninvariants* ϖ_p *et* ϖ_q, *on remplace, simultanément ou séparément (pour* $i = 0, 1, 2, \ldots$), $\frac{d^i \varpi_p}{d\zeta^i}$ *et* $\frac{d^i \varpi_q}{d\zeta^i}$ *respectivement par*

$$\varpi_p \frac{d^{i+1} \varpi_p}{d\zeta^{i+1}} - \frac{d\varpi_p}{d\zeta} \frac{d^i \varpi_p}{d\zeta^i} \quad \text{et} \quad \varpi_q \frac{d^{i+1} \varpi_q}{d\zeta^{i+1}} - \frac{d\varpi_q}{d\zeta} \frac{d^i \varpi_q}{d\zeta^i},$$

on obtient encore un péninvariant de la forme binaire $(a_0, a_1, \ldots, a_n)(x, y)^n$.

» Je poserai d'une manière générale

$$\varpi_p \varpi_p^{(i+1)} - \varpi'_p \varpi_p^{(i)} = (\varpi_p)^{(i)}, \qquad \varpi_q \varpi_q^{(i+1)} - \varpi'_q \varpi_q^{(i)} = (\varpi_q)^{(i)}.$$

(¹) *Comptes rendus*, même tome, p. 961.

(²) *Ibid.*, p. 1097.

» Dès lors, les expressions qui viennent d'être définies pourront s'écrire symboliquement

$$[(\varpi_p),\ (\varpi_q)]_r,\quad [(\varpi_p), \varpi_q]_r,\quad [\varpi_p, (\varpi_q)]_r.$$

» Pour démontrer le théorème qui vient d'être énoncé, je remarquerai que, en posant

$$\begin{aligned}
A_i &= (p C_r^{i+1} - q C_r^i) p^i q^{r-i} \varpi_p^{(r-i)} \varpi_q^{(i+1)} \varpi_q,\\
B_i &= C_r^i (p+q) p^i q^{r-i} \varpi_p^{(r-i)} \varpi_q^{(i)} \varpi_q',\\
C_i &= (p+q) C_r^i (\varpi_q \varpi_q^{(i+1)} - \varpi_q \varpi_q^{(i)}) p^i q^{r-i} \varpi^{(r-i)},\\
D_i &= - C_{r+1}^{i+1} p^{i+1} q^{r-i} \varpi_p^{(r-i)} \varpi_q^{(i+1)} \varpi_q,
\end{aligned}$$

on a identiquement, comme on le vérifie aisément,

$$A_i + B_i + C_i + D_i = 0.$$

» Or

A_i est le terme général de $q\varpi_q \dfrac{d[\varpi_p, \varpi_q]_r}{d\zeta}$,

B_i » » $-(p+q)\varpi_q'[\varpi_p, \varpi_q]_r$,

C_i » » $-(p+q)[\varpi_p, (\varpi_q)]_r$,

D_i » » $-\varpi_q[\varpi_p, \varpi_q]_{r+1}$.

» On a donc identiquement

$$q\varpi_q \frac{d[\varpi_p, \varpi_q]_r}{d\zeta} - (p+q)\varpi_q'[\varpi_p, \varpi_q]_r - (p+q)[\varpi_p, (\varpi_q)]_r - \varpi_q[\varpi_p, \varpi_q]_{r+1} = 0.$$

» Mais, avec la notation de M. Perrin,

$$q\varpi_q \frac{d[\varpi_p, \varpi_q]_r}{d\zeta} - (p+q)\varpi_q'[\varpi_p, \varpi_q]_r = [(\varpi_p, \varpi_q)_r, \varpi_q]_1.$$

» Donc, l'identité précédente peut s'écrire

$$(p+q)[\varpi_p, (\varpi_q)]_r = [(\varpi_p, \varpi_q)_r, \varpi_q]_1 - \varpi_q[\varpi_p, \varpi_q]_{r+1},$$

et, comme ϖ_q, $[\varpi_p, \varpi_q]_{r+1}$ et $[(\varpi_p, \varpi_q)_r, \varpi_q]_1$ sont des péninvariants de la forme $(a_0, a_1, \ldots, a_n)(x, y)^n$, il en est de même de $[\varpi_p, (\varpi_q)]_r$; par suite aussi, de $[(\varpi_p), \varpi_q]_r$. Partant de ce dernier résultat, et refaisant le calcul qui vient d'être indiqué, en écrivant, pour toute valeur de i, $(\varpi_p)^{(i)}$ au lieu de $\varpi_p^{(i)}$, on voit de même que $[(\varpi_p), (\varpi_q)]_r$ est aussi un péninvariant de la forme considérée, ce qui démontre le théorème énoncé. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination directe du coefficient différentiel* $\frac{dp}{dt}$, *relatif aux vapeurs saturées.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. Lippmann.

« La relation bien connue

$$L = \frac{1}{E} T(u' - u) \frac{dp}{dt},$$

obtenue en appliquant à un mélange d'un liquide et de sa vapeur le principe de l'équivalence et le principe de Carnot, peut servir, comme je l'ai rappelé antérieurement ([1]), à déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur.

» Dans le but d'obtenir cette quantité avec un degré d'approximation connu, j'ai entrepris de mesurer, sur un même échantillon d'éther pur, à la température de 30°, les différents paramètres entrant dans la relation précédente, soit u', u, L et $\frac{dp}{dt}$. Pour déterminer $\frac{dp}{dt}$, j'ai employé une méthode particulière, permettant de mesurer séparément les deux quantités correspondantes dp et dt.

» Imaginons que l'on cherche à déterminer la tension de vapeur d'un corps par la méthode de l'ébullition avec l'appareil de Regnault, et supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse d'un corps dont la tension de vapeur, à la température de l'expérience, soit inférieure à la pression atmosphérique. S'il existe dans l'appareil une rentrée d'air lente, on verra graduellement la pression augmenter et la température s'élever, de telle sorte que ces deux quantités seront fonction du temps.

» Considérant un intervalle de temps infiniment petit $d\theta$, on pourra écrire

$$dp = k\,d\theta,$$
$$dt = k'd\theta,$$

k et k' étant les vitesses $\frac{dp}{d\theta}$ et $\frac{dt}{d\theta}$ de variation de la pression et de la tempé-

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1369.

rature. Comme t n'est fonction que de p,

$$\frac{dp}{dt} = \frac{k}{k'}$$

» Si l'expérience montre que ces vitesses varient très lentement, on pourra, au lieu de variations infiniment petites, considérer des variations finies, mais très petites, c'est-à-dire écrire

$$[1] \qquad \Delta p = k\,\Delta\theta, \qquad \Delta t = k'\Delta\theta,$$

et le rapport $\frac{k}{k'}$ pourra être mesuré directement. Soient θ_1 le temps nécessaire pour que la pression augmente de $0^{cm},1$; θ_2 celui qui correspond à une élévation de température de $0^{\circ},1$; on aura

$$0,1 = k\theta_1, \qquad 0,1 = k'\theta_2;$$

d'où

$$k\theta_1 = k'\theta_2, \qquad \frac{k}{k'} = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{dp}{dt}.$$

On n'a donc à mesurer que le rapport de deux temps, quantité indépendante de la marche du chronomètre.

» La rentrée de l'air dans l'appareil que j'ai employé se faisait par un tube capillaire, très fin. J'ai d'abord cherché comment variaient les coefficients k et k', c'est-à-dire $\frac{1}{\theta_1}$ et $\frac{1}{\theta_2}$, lorsque le temps croissait, et je me suis convaincu qu'on peut, en toute rigueur, considérer k et k' comme constants et appliquer les équations [1] pour des variations considérables de pression.

» Voici les résultats d'une expérience :

Manomètre (millimètres).	65	64	63	62	61	60	59	58	57
Temps (secondes).......	155	238	324	408	492	576	662	745	829
Différences.........	83	86	84	84	84	86	83	84	

Moyenne des différences........... 84,25

Thermomètre (degrés).....	29,40	29,50	29,60	29,70	29,80
Temps (secondes).........	315	518	708	904	1099
Différences...........	197	196	196	195	

Moyenne des différences.......... 196

Température moyenne............ 29,60

» On voit que, pour des variations de θ_1 correspondant à une baisse

maximum de 8^{mm} du manomètre, je me suis trouvé dans les conditions indiquées ci-dessus.

» Il suffit alors d'écrire qu'à $29°,60$, température moyenne observée, on a [1]

$$\frac{dp}{dt} = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{196}{84,25}.$$

» Les indications du manomètre sont instantanées, celles du thermomètre ne le sont pas; mais, la température variant avec régularité, il doit s'établir un régime permanent dans lequel le retard de l'instrument est constant. De plus, on est maître de la valeur de ce retard constant; car, en diminuant la vitesse de rentrée de l'air dans l'appareil, on peut faire varier la température avec autant de lenteur qu'on le veut. Comme on n'a à constater que des variations de température, on n'aura pas à s'en préoccuper.

» La méthode consiste alors à mesurer avec un chronomètre à pointage, ou tout autre appareil permettant d'enregistrer les temps, les durées nécessaires pour obtenir, d'une part, une augmentation de pression de $0^{cm},1$ de mercure, et, de l'autre, une élévation de température de $0°,1$; le quotient de ces deux temps donne $\frac{dp}{dt}$ exprimé en centimètres de mercure.

» L'avantage de cette méthode est de n'obliger qu'à apprécier le moment où une colonne mercurielle affleure une division; par conséquent, de dispenser de l'évaluation toujours délicate des fractions de division : le thermomètre et le manomètre étant gradués sur tige, cette constatation est facile. La précision est illimitée; car, en diminuant la vitesse de rentrée de l'air, on augmente les temps à observer, c'est-à-dire les deux termes du rapport $\frac{dp}{dt}$.

» Les déterminations ont été faites de $29°$ à $31°$; elles peuvent être, *dans cet intervalle*, représentées par la formule suivante :

$$\frac{dp}{dt} = 2,2750 + (t - 29)0,0834.$$

» Voici les résultats de la comparaison des nombres calculés à l'aide de cette formule et des résultats expérimentaux :

---

(1) Je ne parle pas des corrections ordinaires qu'il faut en outre effectuer.

Température.	$\frac{dp}{dt}$ observé.	$\frac{dp}{dt}$ calculé.	Différence.
29°.01	2,2770	2,2758	+0,0012
29.51	2,3171	2,3168	+0,0003
29.61	2,3252	2,3258	−0,0006
29.91	2,3505	2,3508	−0,0003
30.11	2,3677	2,3675	+0,0002
30.21	2,3757	2,3758	−0,0001
31.01	2,4422	2,4426	−0,0004

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variations diurnes intertropicales et variations annuelles du magnétisme terrestre.* Deuxième Note de M. **Ch. Lagrange**, transmise par M. Faye.

« Prenons les deux stations intertropicales de Bombay et de Sainte-Hélène, situées à peu près à égale distance de part et d'autre de l'équateur. Nous pouvons remarquer que, pour la plus grande distance du Soleil (décembre à Bombay, juin à Sainte-Hélène), le plan du courant se déplace, conformément à la loi établie, dans le sens des aiguilles d'une montre à Bombay, en sens inverse à Sainte-Hélène. On a, en effet, aux différentes heures, pour l'angle ξ de la trace de ce plan et du méridien magnétique (*voir* la première Note, séance du 9 mai, p. 1272) :

Bombay (¹).

Juin	0 h. $\frac{3\pi}{2}-7°8'$	$\frac{3\pi}{2}$	3 h. $\frac{3\pi}{2}+3°59'$		6 h. $\frac{3\pi}{2}+43°16'$	$0°$	9 h. $\frac{\pi}{2}+5°34'$	
	12 h. $\frac{\pi}{2}-4°59'$		15 h. $\frac{\pi}{2}+24°29'$	π	18 h. $\frac{3\pi}{2}-5°33'$		21 h. $\frac{3\pi}{2}-4°39'$	

Sainte-Hélène (²).

Décembre	0 h. $\frac{\pi}{2}-5°38'$		3 h. $\frac{\pi}{2}-13°38'$	$0°$	6 h. $\frac{3\pi}{2}+50°29'$		9 h. $\frac{3\pi}{2}+12°47'$	$\frac{3\pi}{2}$
	12 h. $\frac{3\pi}{2}-2°19'$		15 h. $\frac{3\pi}{2}-7°36'$		19 h. $\frac{3\pi}{2}-40°58'$	π	21 h. $\frac{\pi}{2}+10°37'$	

(¹) *Bombay magn. and meteor. Obs.*, 1879-82. App. I to V, by Ch. Chambers, p. [99] et [168]; 1883. Les heures des observations de Bombay sont de douze minutes supérieures aux heures du Tableau.

(²) *Santa-Helena magn. and meteor. Obs.*, by Sabine, p. 29 et 46; 1840-43.

mais on est frappé en même temps du changement brusque, dans des sens diamétralement opposés, de la trace du plan, de 6^h à 9^h et de 15^h à 18^h à Bombay; de 3^h à 6^h et de 18^h à 21^h à Sainte-Hélène. Prenons maintenant les mois où le Soleil est à peu près au zénith de ces stations; nous obtiendrons pour les valeurs de ξ :

Bombay.

	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
Mai	$\frac{3\pi}{2} - 8°43'$	$\frac{3\pi}{2} - 14°35'$	$\frac{3\pi}{2} - 60°57'$	$\frac{\pi}{2} + 22°15'$	$\frac{\pi}{2} - 32°42'$	$\frac{\pi}{2} - 45°0'$	$\frac{3\pi}{2} + 1°7'$	$\frac{3\pi}{2} + 6°43'$
Juin	$\frac{3\pi}{2} - 9°42'$	$\frac{3\pi}{2} - 20°30'$	$\frac{3\pi}{2} - 67°19'$	$\frac{\pi}{2} + 29°55'$	$\frac{\pi}{2} - 33°44'$	$\frac{\pi}{2} - 60°33'$	$\frac{3\pi}{2} + 3°6'$	$\frac{3\pi}{2} + 11°15'$

Sainte-Hélène.

	0 h.	3 h.	6 h.	9 h.	12 h.	15 h.	18 h.	21 h.
Novembre .	$\frac{\pi}{2} + 30°15'$	$\frac{\pi}{2} + 5°2'$	$\frac{3\pi}{2} + 5°32'$	$\frac{3\pi}{2} - 19°53'$	$\frac{3\pi}{2} - 22°43'$	$\frac{3\pi}{2} + 4°5'$	$\frac{3\pi}{2} + 41°0'$	$\frac{\pi}{2} - 37°44'$
Décembre..	$\frac{\pi}{2} + 22°59'$	$\frac{\pi}{2} - 12°5'$	$\frac{3\pi}{2} + 6°15'$	$\frac{3\pi}{2} - 24°14'$	$\frac{3\pi}{2} - 21°0'$	$\frac{3\pi}{2} + 3°58'$	$\frac{3\pi}{2} + 54°28'$	$\frac{\pi}{2} - 34°45'$

» Ainsi, pendant toute l'année, des changements rapides de la trace du plan du courant en sens diamétralement opposés se produisent dans les stations intertropicales. Les heures de ces changements restent les mêmes pour chaque station. Les valeurs de ξ indiquent qu'à Bombay la résultante des courants est atmosphérique, à Sainte-Hélène, terrestre (comme au Cap). Les courants marchent de l'est à l'ouest du matin jusque dans l'après-midi, de l'ouest vers l'est dans la soirée et la nuit. Il faut en conclure que *la région du potentiel maximum est en arrière du Soleil dans sa marche diurne,* fait qui concourt avec la déviation due à l'action de la Terre pour produire l'effet que résume la deuxième loi.

» *Variations annuelles.* — J'ai calculé, comme je l'avais fait pour les variations diurnes, la trace sur l'horizon du plan du courant qui dévie l'aiguille de sa position séculaire à sa position annuelle. Voici les valeurs de ξ pour les stations de Toronto et Hobartown (¹), placées dans les régions moyennes et à égales distances de l'équateur :

Toronto.

Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.
$\frac{3\pi}{2} - 34°24'$	$\frac{3\pi}{2} - 3°24'$	$\frac{\pi}{2} - 12°25'$	$\frac{\pi}{2} - 52°5'$	$\frac{\pi}{2} - 5°56'$	$\frac{\pi}{2} - 2°22'$
Juillet.	**Août.**	**Septembre.**	**Octobre.**	**Novembre.**	**Décembre.**
$\frac{\pi}{2} + 5°16'$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{2} + 24°7'$	$\frac{3\pi}{2} + 0°26'$	$\frac{3\pi}{2} - 1°31'$	$\frac{3\pi}{2} - 70°20'$

(¹) *Toronto magn. Obs.*, p. VIII et XCI; 1843-45. *Hobartown,* Vol. II, p. IV et XII. J'ai corrigé les moyennes mensuelles de la variation séculaire.

Hobartown.

Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai	Juin.
$\frac{\pi}{2} - 9^\circ 51'$	$\frac{\pi}{2} - 1^\circ 39'$	$\frac{3\pi}{2} - 72^\circ 25'$	$\frac{3\pi}{2} - 31^\circ 18'$	$\frac{3\pi}{2} - 54^\circ 16'$	$\frac{3\pi}{2} - 22^\circ 58'$
Juillet.	**Août.**	**Septembre.**	**Octobre.**	**Novembre.**	**Décembre.**
$\frac{3\pi}{2} - 80^\circ 30'$	$\frac{3\pi}{2} - 19^\circ 30'$	$\frac{3\pi}{2} + 59^\circ 31'$	$\frac{3\pi}{2} + 16^\circ 26'$	$\frac{3\pi}{2} + 42^\circ 57'$	$\frac{\pi}{2} - 42^\circ 4'$

» A Toronto, la trace du plan change brusquement de direction, en sens diamétralement opposés, aux équinoxes; à Hobartown, ces changements brusques ont lieu à l'équinoxe du printemps et au solstice d'hiver, et en outre, pendant les périodes correspondantes, les directions des courants oscillent autour de $\frac{\pi}{2}$ et $\frac{3\pi}{2}$. Les directions moyennes sont dans les différentes saisons, à Toronto et à Hobartown :

	Été.	Automne.	Hiver.	Printemps.
Toronto.......	$\frac{\pi}{2} + 0^\circ 6'$	$\frac{3\pi}{2} + 7^\circ 41'$	$\frac{3\pi}{2} - 35^\circ 63'$	$\frac{\pi}{2} - 23^\circ 28'$
Hobarton......	$\frac{\pi}{2} - 17^\circ 40'$	$\frac{3\pi}{2} + 43^\circ 24'$	$\frac{3\pi}{2} + 40^\circ 59'$	$\frac{3\pi}{2} + 39^\circ 38'$

» Ces nombres signifient que les courants annuels s'écartent peu, en moyenne, de la direction perpendiculaire aux méridiens magnétiques ; ces courants, supposés marcher toujours de l'est à l'ouest, ont, en hiver, leur résultante au-dessus de la surface de la Terre; en été, au-dessous. Des deux saisons de transition, l'automne a le régime magnétique de l'hiver sur les deux hémisphères, le printemps commence l'été sur l'hémisphère nord et finit l'hiver sur l'hémisphère sud, en prenant pour types les deux stations de Toronto et Hobartown. *Il existe*, d'après cela, *dans l'atmosphère et dans la terre un système de courants marchant de l'est à l'ouest, dont les couches de plus grande intensité (ou du moins les couches d'action résultante sur l'aiguille) pénètrent l'atmosphère et s'abaissent pendant la saison chaude jusque sous la surface terrestre, pour se relever ensuite dans la saison froide.* (Ce système paraît prouver la réalité du système général des courants d'Ampère, *étendu à la terre et à l'atmosphère*.) L'existence de ces courants étant ainsi établie par les observations, on peut, en réservant la question de la conductibilité des conducteurs, et en se rappelant que l'énergie calorifique d'un courant croît avec son intensité et avec la résistance du conducteur qu'il parcourt, tirer les conséquences suivantes : 1° la pénétration des couches inférieures de l'atmosphère par des couches de plus grande intensité des

courants annuels et l'accroissement simultané de la température se présentent dans une relation de cause à effet; 2° l'existence des courants dans l'atmosphère entraîne comme conséquence, pour la raison rappelée plus haut, une diminution de la température avec la hauteur.

» Les courants, tels qu'ils sont mis en évidence par les observations magnétiques, sont, par conséquent, un des facteurs du système thermique du globe. Peut-être même sont-ils le facteur principal. Cette induction est confirmée par un autre fait de la Physique terrestre qui, jusqu'à présent, n'a pas, je pense, reçu d'explication satisfaisante : les courants dont nous nous occupons doivent, par l'action (séculaire) de la Terre, tendre à se placer perpendiculairement aux méridiens magnétiques, et même à rapprocher leurs plans de celui de l'équateur magnétique. S'ils sont la cause principale de la distribution des températures, *les pôles magnétiques doivent coïncider avec des pôles du froid, et c'est ce que l'on observe en effet.* On voit que la discussion des observations magnétiques, non seulement met en évidence l'existence et le mode de distribution des systèmes électromagnétiques diurne et annuel, mais fait découvrir aussi, par une suite de déductions très simples, un lien fondamental rattachant les faits de la Météorologie à ceux du Magnétisme terrestre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la reproduction de l'alabandine.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Parmi les métaux dont les sels fournissent un sulfure insoluble par l'action du sulfhydrate d'ammoniaque, le manganèse est le *seul* qui ne donne pas trace de sulfure lorsqu'on traite par l'hydrogène sulfuré la solution de ses sels *neutres* à acides minéraux. A 100° et en vase clos, ces solutions saturées à 0° par le gaz sulfhydrique ne se modifient encore pas.

» Mais il n'en est plus ainsi si l'on opère sur certains sels de manganèse à acide organique, l'acide acétique par exemple. Une solution d'acétate de manganèse, même légèrement acidulée par l'acide acétique, précipite abondamment, lorsqu'on la traite à froid par le gaz sulfhydrique. Il se forme le sulfure rose bien connu, qui se transforme, si on le porte à 100° après avoir scellé le vase, en la variété verte assez dense et d'apparence cristalline.

» Cette dernière modification se produit à la longue à froid; mais, comme l'action est extrêmement lente et ne se fait pas d'une manière uniforme

dans toute la masse, les premières particules transformées se trouvent être comme les amorces d'une cristallisation et l'on voit, au bout d'un an ou deux, apparaître de petits cristaux noirâtres qui se développent et se nourrissent peu à peu au milieu du sulfure rose non encore modifié.

» En dissolvant, dans 150^{cc} d'eau, $1^{gr},100$ de sulfate neutre de manganèse, additionné d'un petit excès d'acétate d'ammoniaque et de quelques gouttes d'acide acétique, saturant à 0° par l'hydrogène sulfuré et scellant le vase à la lampe, j'ai pu ainsi obtenir, en abandonnant à la température ambiante de l'enceinte (de $+5^{o}$ à $+35^{o}$) au bout de cinq années, des cristaux octaédriques très nets. Certains avaient des arêtes de $\frac{4}{10}$ à $\frac{5}{10}$ de millimètre.

» Je n'ai pu soumettre *directement* à l'analyse les plus beaux cristaux, vu la petite quantité qui était à ma disposition et que je désirais garder comme spécimen; mais il n'y a aucun doute que ce ne soit l'*alabandine* MnS : car les cristaux avaient tous les caractères extérieurs du minéral (¹), forme cristalline, couleur et densité : 4 environ.

» De plus, 1° la composition du sulfure rose de magnanèse est aujourd'hui parfaitement établie, en tant que rapport de poids entre le soufre et le manganèse combinés, et ces cristaux n'en sont qu'une transformation.

» 2° Les parties pulvérulentes séparées des plus beaux cristaux par lévigation et constituées par un mélange de petites quantités de sulfure rose non encore modifié et de poussières cristallines noirâtres ont fourni par l'acide chlorhydrique dilué une solution claire avec dégagement d'acide sulfhydrique sans dépôt de soufre, tandis que la hauërite naturelle MnS^2 par ce traitement donne toujours lieu à un dépôt de soufre, en même temps qu'il se dégage de l'acide sulfhydrique.

» 3° Enfin, dans tout le cours de mes recherches, relatives à l'action de l'hydrogène sulfuré sur les sels des autres métaux, fer, nickel, cobalt, zinc, etc., je n'ai jamais eu dans ces conditions que des monosulfures, ainsi que me l'ont prouvé les diverses analyses des sulfures obtenus sous forme cristalline. »

(¹) M. Friedel, auquel j'ai soumis l'échantillon, m'a confirmé ces caractères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des alcaloïdes.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une précédente Communication, j'ai étudié la réaction de la potasse sur la combinaison de l'iodure d'éthyle avec la nicotine (*Comptes rendus*, 21 février 1887), et j'ai montré que cette réaction tendait à rapprocher la nicotine des alcaloïdes pyridiques et dipyridiques. En même temps, je faisais remarquer que la réaction de la potasse sur l'iodométhylate de nicotine établissait mieux encore cette importante relation.

» J'ai opéré avec l'iodure de méthyle et la nicotine, comme j'avais opéré avec l'iodure d'éthyle. La réaction devient vive à une température peu élevée; le produit qui en résulte constitue une masse solide jaune et translucide. Je l'ai dissous à chaud dans l'alcool absolu; la solution alcoolique a été additionnée peu à peu d'une lessive de potasse à 45°. Il s'est produit d'abord une belle coloration rouge rubis, qu'un excès d'alcali a rendue plus foncée. Le tout a été chauffé pendant deux heures et demie au bain-marie.

» La solution alcoolique a été décantée, puis évaporée doucement. Arrivée à un certain degré de concentration, elle tachait la peau en jaune comme l'acide azotique. Je l'ai ensuite évaporée à siccité; le résidu consistait en une masse visqueuse rouge brun foncé. Le lendemain (c'est-à-dire environ quinze heures après), j'ai repris par l'alcool absolu, et une belle fluorescence verdâtre n'a pas tardé à se développer ([1]). Voici les réactions observées avec cette solution.

» L'addition d'eau ou d'un acide concentré produit un trouble persistant. L'addition de HCl à la liqueur étendue d'eau rétablit la coloration primitive. L'ammoniaque fait virer au rouge sale, que HCl ramène au rouge orangé vif.

» Si l'on ajoute un excès de HCl à la solution alcoolique primitive, et qu'on verse le tout dans une très grande quantité d'eau, on voit bientôt apparaître une magnifique fluorescence verte, rappelant celle de la fluores-

---

([1]) J'ai obtenu un résultat identique, en traitant de la même manière les iodométhylates de plusieurs pyridines et dipyridines (*Bulletin de la Société chimique*, numéro du 5 août 1884). Dans ces expériences la fluorescence des solutions alcooliques se développait au bout de douze à seize heures.

céine. Par transparence, la liqueur est orangée; par réflexion, elle est d'un vert intense.

» Quelques expériences de teinture faites avec la solution alcoolique (acidifiée par HCl) ont montré que la soie et la laine étaient colorées en un jaune dont la nuance se rapprochait beaucoup du jaune d'acide picrique. Mais, en réalité, ni la soie ni la laine n'étaient teintes; le jaune ne résistait pas à un lavage à l'eau un peu prolongé.

» Si l'on considère les différentes phases de la réaction de la potasse sur l'iodométhylate de nicotine, si l'on tient compte du temps au bout duquel est apparue la fluorescence de la solution alcoolique, si l'on examine le mode d'action de l'eau, des acides, des alcalis, etc., on est frappé de ce fait que la nicotine s'est comportée, dans les différents cas, soit comme une pyridine, soit comme une dipyridine.

» Ainsi se trouve confirmée, par une voie nouvelle, la relation de la nicotine avec les séries pyridique et dipyridique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acétylène sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium.* Note de MM. **Raoul Varet** et **G. Vienne**, présentée par M. Berthelot.

« Dans 200gr de benzine cristallisable tenant en suspension 50gr de chlorure d'aluminium anhydre, on a fait passer un courant d'acétylène, pendant dix jours, à raison de cinq heures par jour. Au moment de la mise en marche de l'expérience, on chauffait doucement le ballon; on interrompait ensuite le feu, la masse s'échauffant d'elle-même.

» Les produits de la réaction ont été repris par l'eau, afin d'éliminer le chlorure d'aluminium, l'eau a été décantée et le liquide huileux a été lavé avec une faible lessive de soude, puis agité avec de l'eau; on l'a ensuite soumis à de nombreuses distillations fractionnées. Après plusieurs rectifications sur le chlorure de calcium fondu, on a obtenu les trois portions suivantes :

	Pour 100.
143°-145° liquide à la température ordinaire	80
265-270 liquide à la température ordinaire	15
280-286 solide à la température ordinaire, fusible à 53°	5

» *Cinnamène.* — Le premier produit a été caractérisé comme cinnamène par les propriétés suivantes. L'analyse a donné :

		Théorie.
C..............	92,03	92,31
H..............	7,81	7,69
	99,84	100,00

» La densité de vapeur, prise par le procédé de Dumas, a été trouvée égale à 3,42; la densité théorique est égale à 3,601. Ce liquide fixe le brome à froid en formant le bromure $C^{16}H^{8}Br^{2}$. Corps blanc, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, d'où il cristallise en fines aiguilles transparentes, il fond vers 67° et reste en surfusion jusqu'à 25°, il bout à 200°; il est doué d'une odeur piquante et produit une vive irritation des yeux.

» Avec le chlore, on obtient une huile brune ayant une odeur analogue à celle du bromure; c'est le chlorure $C^{16}H^{8}Cl^{2}$ mêlé avec ses dérivés chlorés.

» *Diphényléthane.* — La partie passant entre 265° et 270° et restant liquide à la température ordinaire a été caractérisée comme diphényléthane $C^{28}H^{14}$. L'analyse a donné :

		Théorie.
C..............	91,98	92,31
H..............	8,23	7,69
	100,21	100,00

» La densité de vapeur a été trouvée égale à 6,65. La densité théorique est 6,30.

» *Dibenzyle* $C^{28}H^{14}$. — La portion passant entre 283° et 286° se solidifiait à la température ordinaire. Après plusieurs cristallisations dans l'alcool, nous avons obtenu un corps blanc cristallisé en aiguilles, lequel fond vers 53° et bout à 284°.

» Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther. La densité de vapeur a été trouvée égale à 6,60 (densité théorique = 6,30).

» En solution éthérée, il fixe le brome sans dégagement d'acide bromhydrique; en suspension dans l'eau, il y a encore fixation de brome, mais cette fois il y a dégagement d'acide bromhydrique.

» En résumé, lorsque l'on fait agir l'acétylène sur la benzine en présence

du chlorure d'aluminium, les deux réactions suivantes se passent :

$$C^{12}H^{6} + C^{4}H^{2} + Al^{2}Cl^{3} = C^{16}H^{8} + Al^{2}Cl^{3},$$
$$2\,C^{12}H^{6} + C^{4}H^{2} + Al^{2}Cl^{3} = C^{28}H^{14} + Al^{2}Cl^{3}.$$

» La première réaction donne le cinnamène $C^{16}H^{8}$; la seconde donne le diphényléthane et le dibenzyle $C^{28}H^{14}$, qui sont isomères.

» On n'obtient ni hydrure de naphtaline $C^{20}H^{10}$ ni le carbure $C^{24}H^{12}$, corps qui sont intermédiaires entre le cinnamène et les carbures $C^{28}H^{14}$, ce qui montre que la réaction a bien lieu comme nous l'avons indiqué plus haut.

» La formation du cinnamène ou styrolène ainsi obtenue avec le concours du chlorure d'aluminium répond à la synthèse directe de ce carbure au moyen de la benzine et de l'acétylène, réalisée par M. Berthelot; celle du diphényléthane, à la synthèse pyrogénée de l'anthracène au moyen des mêmes composants. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des Chlorémiens.* Note de M. **J. Joyeux-Laffuie**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le Chlorème de Dujardin (*Chloræma Dujardini*) est commun sur les grèves qui avoisinent le laboratoire maritime de Luc-sur-Mer. On le trouve plus particulièrement sur l'Oursin commun (*Toxopneustes lividus*), dans les espaces qui séparent les piquants. Il est fréquent d'observer jusqu'à dix et quinze Chlorèmes sur le même Oursin. Je l'ai aussi recueilli aux basses mers, dans la vase et sous les pierres auxquelles il adhère au moyen de ses soies en crochet; mais, dans ces conditions, la recherche, toujours fort difficile, en est peu fructueuse. J'ai également rencontré quelques individus dans des dragages exécutés au large par 20m de profondeur environ.

» Dans le cours de mes recherches sur cet animal, j'ai pu constater plusieurs particularités anatomiques qui pourront servir à rectifier ou à compléter nos connaissances sur le groupe des Chlorémiens, déjà étudié avec beaucoup de soin par Delle Chiaje, M. Muller, M. de Quatrefages et Claparède.

» Les nombreux prolongements en massue, considérés jadis comme des animalcules parasites et disséminés sur toute la surface du corps, loin d'être constitués à leur intérieur par une substance homogène, comme l'a décrit

Claparède, contrairement à l'opinion de M. de Quatrefages, sont formés par des cellules à paroi et à noyau très nets après coloration. Ces noyaux, désignés sous le nom de *masses granuleuses* par Claparède, qui avait méconnu leur véritable signification, présentent un contour très net et dans leur intérieur un ou plusieurs nucléoles bien apparents à de forts grossissements. Dans le pédicule de la papille, les cellules sont allongées et leur noyau est accolé à la paroi externe. Toute cette petite masse cellulaire, en forme de massue allongée, présente à l'extérieur une mince cuticule qui fait suite à la cuticule de l'épithélium des téguments. Dans quelques papilles, on peut observer dans le centre une partie ayant l'apparence d'un mince filament se rendant jusqu'au renflement terminal. Pour admettre avec Kolliker que ces papilles sont de véritables organes du tact, il faudrait prouver que le mince filament central est un filet nerveux; cependant leur forme, leur constitution et leur position font que, jusqu'à preuve du contraire, on est en droit de les considérer comme des papilles tactiles.

» On rencontre sur un même animal des papilles à tous les degrés de développement, ce qui permet de se convaincre que la masse cellulaire et la cuticule proviennent de l'épithélium et de la cuticule des téguments.

» Les deux tentacules situés dans l'entonnoir céphalique, creusés à leur face interne d'une gouttière ciliée qui conduit à la bouche, présentent chacun, à l'intérieur, une cavité séparée en deux cavités secondaires par une mince cloison cellulaire se terminant un peu avant d'atteindre l'extrémité de chaque tentacule. Il existe là une disposition qui rappelle ce que l'on observe dans les filaments branchiaux; cependant les nombreuses anastomoses que l'on observe dans les branchies font défaut, et les deux vaisseaux communiquent à plein canal à l'extrémité de chaque tentacule. Le vaisseau afférent et le vaisseau efférent ont un diamètre en rapport avec le volume du tentacule, mais toujours beaucoup plus considérable que celui des vaisseaux des filaments branchiaux. Cette disposition permet d'admettre que les deux tentacules dans lesquels pénètre le sang viennent en aide aux branchies pour la fonction respiratoire.

» Le nombre des filaments branchiaux varie avec les individus; je l'ai toujours trouvé supérieur au chiffre indiqué par M. de Quatrefages. Il n'est pas rare d'observer jusqu'à vingt paires de filaments branchiaux; cependant, je n'ai jamais constaté le nombre de quarante paires indiqué par Claparède.

» L'œil, placé dans l'entonnoir céphalique, sur la ligne médiane, audessus des deux moitiés de l'appareil respiratoire, a été considéré, à tort,

comme formé par la réunion de deux yeux simples. Il n'en est rien. Il est réellement formé par l'accolement de quatre yeux simples disposés en croix. Chaque œil simple présente un cristallin très net.

» Les sexes sont séparés et portés par des individus différents. Ovaires et testicules occupent une même position et sont surtout bien développés en hiver et au printemps; ce qui explique pourquoi M. de Quatrefages, qui a étudié cet animal pendant l'automne, dit n'avoir « rien vu qui pût » être regardé comme un organe reproducteur ».

» Les ovaires et les testicules, au moment de la reproduction, atteignent une taille considérable par rapport aux autres organes de l'animal. Les uns comme les autres, en général au nombre de cinq paires, se présentent sous forme de petites masses ovoïdes allongées, placées symétriquement de chaque côté du tube digestif dans la région antérieure de l'animal. Elles flottent dans la cavité générale et sont retenues en place seulement par une branche vasculaire provenant du vaisseau ventral. Le petit vaisseau qui se rend ainsi à chaque glande s'y termine en se ramifiant un grand nombre de fois.

» Les ovaires affectent une couleur brun verdâtre; celle des testicules est légèrement rosée. Cette différence de coloration, jointe à la grande transparence des téguments de l'animal, fait que l'on peut facilement distinguer, à simple vue, les individus mâles des individus femelles. »

SYLVICULTURE. — *Variations et équilibre de l'accroissement en forêt. Coupe et contrôle.* Note de M. **Gurnaud**, présentée par M. P. Duchartre.

« Par une Note précédente, *La lumière, le couvert et l'humus...* (1), j'ai signalé la corrélation d'accroissement entre les arbres de différents âges qui, à l'état naturel, sont mélangés dans la forêt. De ce fait primordial découlent les principes de la sylviculture. C'est du fait de la coupe, en effet, que résulte le plus ou le moins d'accroissement.

» Quelles que soient les causes de la végétation, l'efficacité en est augmentée ou diminuée par la manière d'exploiter. Elle est suspendue lorsque tous les arbres ont disparu, accidentellement ou par la coupe rase, et son maximum correspond à un état d'équilibre dans le mélange des arbres de différents âges.

(1) *Comptes rendus*, séance du 19 janvier 1880.

» Les arbres d'essences et de grosseurs différentes ne s'accroissent ni de la même quantité ni au même taux. L'activité de leur végétation se ressent de la place qu'ils occupent. La coupe modifie leurs relations. Il en résulte des réactions plus ou moins favorables à l'accroissement. Leur vitalité n'en est pas affaiblie, et ces vicissitudes leur font même acquérir des qualités.

» Considérée dans les sujets de faible dimension, l'aptitude des arbres à croître en mélange permet d'avoir un sous-bois. On doit en prévenir l'exagération; mais il développe, jusque dans le voisinage du sol, des parties vertes non moins utiles à la conservation de l'humidité qu'à la dispersion de la lumière dans la forêt. Il s'en dégage des sujets éminemment propres à la futaie. Les arbres ainsi obtenus naturellement sont formés, au centre, de couches ligneuses minces, cornées et imputrescibles, augmentant progressivement d'épaisseur jusqu'au moment où ils atteignent les dimensions de la futaie. Les repeuplements exclusivement artificiels donnent, au contraire, des arbres dont la partie centrale, insuffisamment lignifiée, se compose de couches épaisses, poreuses et putrescibles. Sujets à se piquer au cœur, ils n'ont ni la longévité, ni les qualités des arbres provenant du repeuplement naturel. Très coûteux déjà, les repeuplements artificiels ont encore d'autres inconvénients. Les massifs en bois de même âge qui en proviennent dépérissent prématurément; les insectes et les agarics s'y multiplient et propagent le mal qui les a attirés.

» Les grands arbres donnent plus d'accroissement, mais à un taux moindre que les petits. Comme ils peuvent fournir un matériel à l'hectare beaucoup plus fort, leur effet est d'élever le chiffre du revenu en même temps qu'ils en abaissent le taux. Mais cet abaissement de taux élève le prix de revient du bois et ne doit avoir lieu que dans la mesure nécessaire pour obtenir le maximum de revenu.

» Les arbres de toute dimension sont sujets à des alternatives de croissance. De leur arrangement dans le massif résultent des conditions plus ou moins favorables à la végétation. Une certaine consistance de peuplement peut, à un moment donné, assurer le maximum d'accroissement. A partir de ce moment, l'augmentation de matériel atténue ce maximum. Très faible d'abord, l'atténuation ne s'accentue qu'au bout de quelques années et n'est pas sans compensations. Il suffit de signaler la plus importante au point de vue sylvicole : l'état de gêne résultant de l'accumulation des accroissements annuels, à partir du maximum, n'affaiblit qu'à la longue la vitalité des arbres; pendant un certain temps la force végétative s'accu-

mule en eux, ils acquièrent une énergie vitale qui se manifeste par un accroissement plus fort, lorsque la coupe a rétabli l'équilibre dans la composition du massif.

» La coupe est donc l'exploitation qui doit enlever l'excès de matériel et rétablir périodiquement entre les arbres de différents âges l'état d'équilibre corrélatif au maximum d'accroissement.

» Soient M, M', M'', ..., M^n le matériel au début de n années consécutives et α, α', α'', ..., α^n le taux correspondant de l'accroissement, on a

$$M' = M + M\alpha + \ldots + M^n = M^{n-1} + M^{n-1}\alpha^{n-1},$$

et la formule de l'accroissement est

$$M^n = M(1+\alpha)(1+\alpha')(1+\alpha'')\ldots(1+\alpha^{n-1}).$$

» Les expressions $M\alpha, M'\alpha', \ldots, M^n\alpha^n$ sont des différences d'inventaires :

$$M\alpha = M' - M - \ldots - M^n\alpha^n = M^n - M^{n-1}.$$

Ces inventaires sont le contrôle. Il se fait par division et consiste dans le mesurage des arbres à $1^{m},33$ de hauteur et dans leur classement au calepin par catégories d'essence et de grosseur. On sait ainsi de combien d'arbres le matériel s'est augmenté et par conséquent ce qu'il faut couper, par division, dans chaque catégorie d'essence et de grosseur, pour rétablir l'état d'équilibre corrélatif au maximum d'accroissement. Dans la pratique on coupe moins, autant ou plus que l'accroissement constaté, suivant l'intérêt que l'on peut avoir à augmenter, maintenir ou diminuer le matériel forestier.

» M et α varient. M augmente tandis que α diminue. Ces variations dépendent du nombre et de l'agencement des arbres dans le massif. D'un an à deux, le brin double et même triple de volume : il s'accroît de 100 ou 200 pour 100. Comme substance ligneuse, le matériel qu'il peut représenter à l'hectare est faible; l'accroissement l'est pareillement, mais le taux en est très élevé. Avec l'âge, le matériel et l'accroissement augmentent et le taux diminue. Les brins de même âge croissent inégalement et l'état naturel se constitue par des différences de plus en plus marquées. Tous les arbres dépassant un minimum de grosseur fixé forment la futaie, et le sous-bois se compose des arbres plus faibles. C'est à la futaie que s'applique le contrôle. Il indique de quelle manière les arbres de chaque caté-

gorie ont contribué à la moyenne d'accroissement, et, le taux de cette moyenne étant fixé, dans quelle proportion doivent être réservés les arbres, gros, moyens et petits; pour que le mélange puisse donner immédiatement, ou dans l'avenir le plus prochain, le maximum d'accroissement avec le minimum de matériel en réserve. Alors la coupe équivalente à l'accroissement assure en même temps, dans la futaie le maximum de revenu, et dans le sous-bois le réensemencement naturel d'où se dégagent, avec les qualités requises, les sujets aptes au recrutement de la futaie. Jusqu'à ce moment, ces sujets n'ont rien coûté; comme sous-bois, ils ont contribué à la fertilité; beaucoup ont été exploités et ont donné des produits. Bien que leur âge n'entre pas en compte, il est intéressant de le connaître. Des études que j'ai commencées en 1847, dans les sapinières du Jura, il résulte que, au minimum de grosseur de 1^{m} de tour à $1^{m},33$ de hauteur correspond l'âge de cent ans avec l'exploitation tous les vingt ans, et celui de cinquante ans avec l'exploitation tous les dix ans.

» En résumé, le contrôle en sylviculture est moins une méthode qu'un moyen sûr de juger les méthodes et d'arriver à l'exploitation naturelle. L'incertitude dans l'administration disparaît. La cause de la végétation, quelle qu'elle soit, est une force asservie, et la sylviculture devient une industrie dont on peut prévoir et régler la marche. »

PALÉONTOLOGIE. — *De quelques bois fossiles trouvés dans les terrains quaternaires du bassin parisien.* Note de M. **Émile Rivière**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de recherches faites, avec la collaboration de M. Danguy, sur un certain nombre d'échantillons de bois fossiles trouvés dans les terrains quaternaires du bassin parisien, dans la même couche que les ossements d'animaux, dont j'ai plusieurs fois entretenu l'Académie ([1]), bien qu'ils n'appartiennent pas à la même époque géologique, notamment dans les sablières du Perreux (Seine).

» Plusieurs coupes de ces divers échantillons ont été faites pour leur étude microscopique et ont permis de reconnaître trois espèces végétales différentes : *Palmier, Cedroxylon, Taxodium.*

» Voici en quelques mots les résultats de cette étude :

([1]) *Comptes rendus,* 1882 et 1885.

1° *Échantillon* A *de la sablière Cochain* (*Perreux*).

» Cet échantillon est formé par la silicification d'un paquet de racines de palmier. Ces racines, de tailles différentes, sont bien visibles à l'œil nu; les unes ont subi une forte compression, tandis que les autres ont conservé leur forme primitive. Leur structure cellulaire est indistincte; la silice, en cristallisant, a tout détruit et c'est à peine si l'on peut apercevoir sur les coupes placées sous le champ du microscope deux ou trois cellules, et encore celles-ci n'offrent-elles aucun caractère.

» On trouve ces formations dans tous les terrains depuis l'époque où les palmiers ont fait leur apparition sur la terre, et l'on peut encore en voir se former dans les régions tropicales.

» C'est à ces sortes de pétrifications que M. de Saporta avait donné le nom de *Rhizocaulon*.

» Mon échantillon mesure 104^{mm} de longueur sur 121^{mm} de largeur et 53^{mm} d'épaisseur. Il a été trouvé en place le 21 juin 1885.

2° *Échantillon* B *de la sablière Cochain* (*Perreux*).

» *Cedroxylon* Kraus. — Le type *Cedroxylon* comprend des bois à couches concentriques presque toujours distinctes, dont le tissu ligneux se compose d'une seule espèce de cellules à grandes ponctuations aréolées et de rayons médullaires simples et très minces. Il n'y a pas de cellules résinifères. Ce bois offre beaucoup d'analogie avec les bois de *Cedrus* et d'*Abies*.

» L'échantillon que je possède n'est pas très bien conservé, mais tous les caractères sont encore assez évidents pour ne laisser aucun doute sur le genre de conifère auquel il appartient. Trouvé le 25 avril 1885, il mesure 11^{cm} de longueur sur 38^{mm} de largeur. Il est encore incrusté de calcin en certains points.

» On trouve des fragments de *Cedroxylon* depuis le houiller d'Angleterre jusque dans le tertiaire. On le rencontre dans la meulière de Beauce, voire même beaucoup plus bas. M. Danguy l'a trouvé aux environs de Paris, dans les bois de Verrières, à Palaiseau, ainsi que dans les environs d'Étampes.

3° *Échantillons trouvés dans les sablières du Perreux et de Billancourt* (*Seine*).

» *Taxodium* Rich. — Ces échantillons sont assez nombreux; ils semblent se rapporter au genre *Taxodium*. Celui qui a été examiné de préférence, en raison de sa meilleure conservation, et que M. Danguy a

comparé avec un *Taxodium* vivant, présente tous les caractères de ce conifère. Il a été trouvé, le 28 août 1885, dans la sablière Vidue, au Perreux. Il a la forme d'un prisme à quatre pans et mesure 45^{mm} de long sur 11^{mm} d'épaisseur.

» Les éléments du bois fossile sont beaucoup plus grands que ceux du *Taxodium* cultivé au Muséum, ce qui tient certainement à des conditions de milieu. On observe une série de zones d'accroissement inégales entre elles, dont l'épaisseur varie de $0^{mm},5$ à 1^{mm}. Les ponctuations sont très nettes, ainsi qu'on peut le voir sur une coupe radiale. Dans une deuxième coupe, coupe tangentielle longitudinale, on aperçoit nettement la section des rayons médullaires formés de fils de cellules sur un ou plusieurs rangs superposés.

» On distingue facilement le bois qui s'est formé au commencement de la végétation et celui d'automne; le premier présente de larges éléments, à ponctuations aréolées, disposées irrégulièrement sur un ou deux rangs; le second, au contraire, est formé d'éléments plus étroits et sans ponctuation. Les rayons médullaires sont formés de plaques cellulaires, dues à la superposition de lignes de cellules dont le nombre varie de 1 à 8.

» Le genre *Taxodium* est tertiaire; il a été surtout abondant à l'époque miocène.

» Les échantillons que l'on rencontre de temps à autre dans les grandes tourbières de la Suisse ne sont pas silicifiés; leur ancienneté est certainement moindre que celle des pièces que j'ai trouvées dans les sablières du Perreux et de Billancourt. »

M. **Delauney** adresse, de Saïgon, une Note sur la résistance de l'air aux projectiles.

M. **Charles Cros** adresse une Note ayant pour titre : « Contribution aux procédés de Photographie céleste ».

M. **Aug. Coret** adresse une Note sur un procédé magnétique destiné à prévenir les abordages des navires en fer.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, M. *Marey*, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Paul Bert :*

En première ligne	M. **Bouchard**.
En deuxième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Brouardel**. M. **Rouget**. M. **Sée**. M. **Villemin**.
En troisième ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Cornil**. M. **Hayem**. M. **Jaccoud**. M. **Lancereaux**. M. **Ch. Richet**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mai 1887.

Théorie du mouvement des corps célestes parcourant des sections coniques autour du Soleil; traduction du « Theoria Motus » de Gauss, *suivie de Notes; par* Edmond Dubois. Paris, Arthus Bertrand; gr. in-8°.

Cours d'Astronomie; par Edmond Dubois. Paris, Arthus Bertrand, 1877; gr. in-8°.

Les passages de Vénus sur le disque solaire. Passage de 1874. *Notions histo-*

riques sur les passages de 1761 *et* 1769; *par* EDMOND DUBOIS. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-18.

Résumé analytique de la théorie des marées telle qu'elle est établie dans la « Mécanique céleste » de Laplace; par EDMOND DUBOIS. Paris, L. Baudoin et Cie, 1885; gr. in-8°.

Cours élémentaire d'Astronomie et de Navigation; par EDMOND DUBOIS. Paris, Arthus Bertrand, 1881; gr. in-8°.

Cours de Navigation et d'Hydrographie; par EDMOND DUBOIS. Paris, Arthus Bertrand; gr. in-8°.

De certaines formes de maladies de poitrine et de leur curabilité par les Eaux-Bonnes; par CAZENAVE DE LA ROCHE. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; in-12. (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Le furoncle et la furonculose; par le Dr B. LŒWENBERG. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1881; br. in-8°. (Renvoi au concours précédent.)

De la contagion de la transmissibilité de la tuberculose et de l'action nocive du gaz sulfhydrique sur le bacille; par le Dr NIÈPCE. Grenoble, Breynat et Cie, 1886; br. in-8°. (Renvoi au concours précédent.)

L'épidémie de choléra à Audierne (Finistère) en 1885-1886. Mémoire manuscrit par le Dr ÉMILE HÉBERT. (Renvoi au concours du prix Bréant.)

Distribution de la température à la surface du globe. Mémoire manuscrit par JULES GIRARD. (Renvoi au concours du prix Gay.)

ERRATA.

(Séance du 9 mai 1887.)

P. 1303, ligne 10, *au lieu de* peu développés, *lisez* peu développée.
Même page, ligne 14, *au lieu de* mm sur h^1 93°43′, *lisez* mm sur $h^1 = 93°43'$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

DISCOURS PRONONCÉS AUX OBSÈQUES DE M. VULPIAN

LE 21 MAI 1887.

Discours de M. Bertrand,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» Nous n'étions pas préparés à ce nouveau deuil. La mort de Vulpian a été pour ses amis une douleur imprévue; elle est pour l'Académie des Sciences une perte irréparable. Vulpian était aimé et respecté de tous; la raison en est simple : il songeait peu à lui-même, beaucoup aux autres, et sacrifiait tout au devoir.

» Lorsque l'Académie des Sciences, attristée par la mort de Jamin et par la perte récente encore de Dumas, voulut choisir le successeur de ces hommes excellents et illustres, les regards se portèrent vers Vulpian. On l'avait vu, en toute circonstance, à la hauteur de toutes les tâches, toujours modeste et toujours prêt. On connaissait l'étendue de sa science, l'élévation de son caractère, la sagesse de son esprit. On se disait avec confiance que si Vulpian acceptait une fonction nouvelle, c'est qu'il se savait capable de la bien remplir.

» Bien peu de temps lui a été donné pour justifier ces espérances : il les a dépassées.

» La bonté de Vulpian n'avait rien de banal, parce qu'elle n'avait rien

d'affecté; affable pour tous, complaisant pour chacun, prêt à toutes les concessions, quand l'intérêt de la Science ou l'honneur de l'Académie était en jeu, il devenait inflexible.

» Vulpian avait deux qualités rarement réunies : l'amour du bien et la haine du mal. Protecteur empressé de tous les efforts, heureux de tous les succès, fier de toutes les gloires, sa parole honnête et ferme savait combattre l'erreur, signaler l'exagération et flétrir la mauvaise foi.

» Nous l'avons vu, il y a quelques mois à peine, lorsque de violentes et inexplicables attaques semblaient provoquer, dans sa retraite studieuse, un Confrère admiré et aimé, Vulpian releva le gant et, dans le style sévère, contenu et impersonnel de la Science, sut faire bonne justice des erreurs de fait, entourer la vérité de tant de lumière, la démontrer avec tant de force que, s'il n'a pas fermé la bouche aux contradicteurs, il a donné pour toujours à Pasteur le droit de ne plus leur répondre.

» Une voix plus autorisée vous dira ce qu'a été le chercheur infatigable des secrets de la vie, le professeur lucide et profond, le médecin perspicace et dévoué. J'ai voulu seulement adresser, au nom de l'Institut et au mien, un dernier adieu au Confrère excellent, au Collègue affectueux qui, connaissant le prix de son temps, avait tenu modestement en réserve des qualités de premier ordre jusqu'au jour où il a accepté, non cherché, l'occasion de les mettre en lumière. »

Discours de M. Charcot,

AU NOM DE LA SECTION DE MÉDECINE ET CHIRURGIE.

« Messieurs,

» J'ai accepté la douloureuse mission d'exprimer, au nom de la Section de Médecine et de Chirurgie, les regrets que fait éprouver à l'Académie des Sciences la perte imprévue d'un des membres qui l'ont le plus honorée et le mieux servie. L'Académie a pensé que cette mission devait incomber à celui qui, pendant de nombreuses années, est resté attaché à Vulpian par les liens d'une amitié étroite et a été l'intime témoin de ses labeurs. Mais je crains que la tâche ne soit bien difficile à remplir. Le deuil que nous portons tous ici m'est un deuil trop personnel pour que je n'aie point quelque peine à rassembler mes forces et à dominer le sentiment de profonde affliction que j'éprouve.

» Je rencontrai Vulpian pour la première fois, il y a trente-sept ans de cela, à l'hôpital de la Pitié où nous venions l'un et l'autre exercer les fonctions d'interne. Parisiens tous les deux, nous entrions dans notre vingt-cinquième année. Une parfaite communauté de sentiments, d'idées, de tendances, et jusqu'aux difficultés de l'existence qui nous étaient communes, nous avaient bien vite rapprochés; ce fut pour la vie.

» Mon Collègue, à cette époque déjà, était attaché au Muséum d'Histoire naturelle comme préparateur de Flourens, sous la direction de M. Philipeaux qui fut plus tard son collaborateur. On voit que, dès l'origine de sa carrière, Vulpian dut partager son activité entre le laboratoire et la salle d'hôpital. De bonne heure donc, il avait dû être amené à comprendre que, sans le concours de l'expérimentation, l'observation pure se montre souvent impuissante, tandis que, par contre, les données expérimentales, en tant du moins qu'il s'agit de la pathologie de l'homme, restent presque toujours sans application légitime lorsqu'elles ne sont pas incessamment soumises au contrôle de la clinique. On peut dire que le grand caractère de la vie scientifique de Vulpian est là, dans cette union intime du médecin et de l'expérimentateur. Aussi doit-on le considérer comme l'un des fondateurs, l'un des promoteurs principaux de cette méthode puissante, qu'on peut, à juste titre, appeler française, et qui, parce qu'elle reconnaît et proclame hautement les droits de la clinique, peut seule diriger, par des voies sûres, le mouvement qui conduit à la rénovation scientifique de la Médecine par la Physiologie.

» Certes, les circonstances ont secondé Vulpian dans son élévation rapidement progressive aux situations scientifiques les plus éminentes; mais il n'est que juste de reconnaître que ses fortes études, poussées dans toutes les directions de la Science biologique; qu'une éducation littéraire solide, mises au service d'un esprit lucide et pénétrant, l'avaient de bonne heure armé pour la lutte. Aussi, lorsque se présenta « *cette marée des affaires* » *humaines qui, saisie au moment du flux, conduit sûrement au succès* », n'eut-il qu'à se laisser pousser jusqu'au port.

» Nommé médecin des hôpitaux en 1857, agrégé de la Faculté de Médecine en 1860, Vulpian fut appelé en 1864 à suppléer Flourens, au Muséum d'Histoire naturelle, dans la chaire de Physiologie comparée qu'il a occupée jusqu'en 1866. L'épreuve fut décisive : le succès du jeune professeur avait été éclatant; il s'était affirmé comme expérimentateur habile, critique rigoureux et aussi comme inventeur. A chaque pas, pendant le cours de son

enseignement, il avait fait preuve d'une maturité d'esprit et d'une élévation d'idées dont on n'admirait pas moins la précocité que la grandeur.

» Les Leçons sur la *Physiologie générale et comparée du système nerveux,* publiées en 1866, sont, en quelque sorte, la représentation écrite de cet enseignement. L'ouvrage, on peut le dire, était, tant par la forme que par le fond, parfait pour l'époque. Non seulement l'auteur y exposait les connaissances du temps sur les sujets dont il traite, mais il y exposait aussi les résultats de ses expériences personnelles sur le mode d'action du curare, sur la dégénération et la régénération des nerfs sectionnés, sur le mode d'activité des fibres nerveuses. On y remarquait surtout les leçons relatives à la Physiologie normale et pathologique de la moelle épinière, des diverses parties de l'isthme de l'encéphale, des hémisphères cérébraux enfin.

» Ce livre eut une singulière fortune : d'un côté, il appelait sur l'auteur l'attention non seulement des physiologistes et des médecins, mais encore des philosophes, en raison des questions relatives aux fonctions cérébrales supérieures qui y sont traitées; d'un autre côté, il lui valait en dehors du monde scientifique une notoriété à laquelle il ne s'attendait guère. On l'accusait de professer une psychologie subversive, et on le menaçait de bien des colères.

» Par son attitude calme et digne, Vulpian fit taire ces vaines clameurs, et bientôt tout rentra dans l'ordre.

» Sur ces entrefaites, par suite du décès de Jean Cruveilhier, la chaire d'Anatomie pathologique devint vacante à la Faculté de Médecine de Paris. Vulpian y fut nommé, mais non sans peine; son élection avait rencontré la résistance la plus vive du côté des partisans irréconciliables des anciennes méthodes. Le moment était critique au plus haut point. L'Anatomie pathologique macroscopique, purement descriptive, avait fait son temps; entre les mains de Cruveilhier lui-même elle avait presque atteint le plus haut degré de perfection possible, mais elle ne suffisait plus. Il fallait maintenant, l'œil armé du microscope, pénétrer jusque dans l'intimité des organes pour étudier, dans toutes les phases de leur évolution, les lésions des éléments anatomiques.

» Vulpian seul, parmi les agrégés en médecine du temps, était, cela est incontestable, suffisamment préparé par ses études antérieures pour accepter la responsabilité d'une si lourde tâche. Il réussit pleinement à opérer une réforme urgente et dont l'accomplissement est certainement un de ses

plus beaux titres à la reconnaissance de notre pays. Désormais, grâce à lui, nous étions, à la Faculté de Médecine de Paris, en possession d'un enseignement véritablement à la hauteur des nécessités de l'époque et capable de lutter contre la concurrence étrangère, voire même de la dominer.

» Depuis quelques années Vulpian faisait partie de l'Académie de Médecine lorsque, en 1872, il obtint, par voie de permutation, d'occuper la chaire de Pathologie expérimentale et comparée, devenue libre par suite de la retraite de notre éminent Confrère Brown-Séquard. C'était pour Vulpian revenir à ses études de prédilection. Non seulement il trouverait à utiliser là les connaissances très étendues en Anatomie comparée qu'il avait acquises autrefois au Muséum; mais, de plus, il allait pouvoir, plus que jamais, établir un rapprochement intime entre les faits que fournit l'expérimentation et ceux que fournit l'observation clinique. L'expérimentation, il ne l'avait jamais abandonnée un seul instant, et, pour ce qui est de la clinique, il n'avait pas cessé de s'y perfectionner par la fréquentation assidue de son service d'hôpital.

» A cette période de son enseignement, dont la mort vient de marquer le terme, se rapporte la publication de quelques-uns de ses plus importants ouvrages : les *Leçons sur l'appareil vasomoteur*, faites en 1875, qui ne sont pas uniquement, tant s'en faut, contrairement à ce qu'en dit modestement l'auteur, un ouvrage de critique expérimentale puisqu'on y trouve, entre autres découvertes, la démonstration de l'action dilatatrice de la corde du tympan sur les vaisseaux de la langue; les *Leçons sur l'action physiologique des substances toxiques et médicamenteuses* (1881), contenant de remarquables études relatives au jaborandi, au curare, à la strychnine; enfin le *Traité des maladies du système nerveux*, dont le second volume paraissait il y a quelques mois à peine.

» C'est dans ce beau livre que se trouvent consignées et groupées les innombrables observations et les nombreuses découvertes qu'a faites Vulpian dans le domaine de la Pathologie nerveuse, pendant le séjour qu'il fit à l'hospice de la Salpêtrière, d'abord, puis dans divers hôpitaux, la Pitié, la Charité, l'Hôtel-Dieu : détermination du siège de la lésion spinale dans la paralysie infantile, premier essai d'une description symptomatique de la maladie dite *sclérose en plaques*, nosographie de la paralysie agitante, analyse et synthèse des affections systématiques de la moelle épinière, etc. Il suffit de ces indications sommaires pour rappeler la part considérable que Vulpian peut réclamer dans cette grande élaboration

qui, de nos jours, a permis d'asseoir définitivement la Pathologie cérébro-spinale sur le triple et inébranlable fondement de la Clinique, de l'Anatomie et de l'Expérimentation physiologique.

» Si quelqu'un voulait entreprendre de juger Vulpian comme médecin et d'apprécier les services qu'il a rendus à la Pathologie médicale, c'est dans le *Traité des maladies du système nerveux* et aussi dans la *Clinique médicale de la Charité* qu'il lui faudrait surtout puiser les documents. Celui qui, au contraire, voudrait étudier le physiologiste éprouverait plus d'embarras. Il devrait consulter, outre les Ouvrages cités plus hauts, d'innombrables Notes, Mémoires, publications de tout genre qui figurent dans divers recueils. Ce travail de revision ferait reconnaître immanquablement que ce qui caractérise surtout la manière de Vulpian, comme physiologiste, c'est l'exactitude absolue dans l'observation des faits, l'arrangement méthodique, une sobriété extrême dans les conclusions. Ses tendances sceptiques à l'égard des théories l'auraient même, prétendent quelquès-uns, souvent arrêté sur la voie d'une découverte. Toutes ses publications montrent qu'il était dominé par le désir de rendre justice à tous les auteurs qui l'avaient précédé dans l'étude d'une question. On ne peut certes qu'admirer son courage scientifique. Combien de fois ne l'a-t-on pas vu, en effet, aussitôt qu'il avait reconnu l'erreur, détruire sans pitié les constructions qu'il avait pris le plus de peine à édifier!

» Trois ans après son entrée dans la chaire de Pathologie expérimentale, Vulpian devait atteindre le but vers lequel avaient tendu tous ses efforts; le rêve de toute sa vie se réalisait enfin : l'Institut lui ouvrait ses portes le 22 mai 1876 et lui accordait ainsi la marque de distinction la plus élevée à laquelle un physiologiste et un médecin puissent prétendre. Quel sentiment de légitime orgueil ne dut-il pas éprouver le jour où, appelé, jeune encore, à recueillir dans la Section de Médecine et de Chirurgie l'héritage d'Andral, il vint s'asseoir entre Claude Bernard, le grand physiologiste, et Bouillaud, vétéran respectable de la Médecine scientifique d'alors.

» Oui, c'était bien là la place qu'il avait mérité d'obtenir, et ses vœux, désormais, étaient exaucés.

» Il devait cependant éprouver encore une satisfaction bien vive : ce fut lorsque, le 29 mars 1886, la confiance de l'Académie l'investit des hautes fonctions de Secrétaire perpétuel.

» Cette satisfaction fut la dernière.

» Avoir essayé d'indiquer l'évolution générale et les principaux épisodes de cette grande et belle carrière scientifique, ce n'est là qu'une partie de notre tâche. Il nous faut maintenant parler de l'homme, de cette nature d'élite qui consacra pieusement toute sa vie à la recherche de la vérité scientifique. On peut d'un mot caractériser Vulpian : c'était l'homme du devoir. Jamais on ne l'a vu reculer devant une tâche qu'il s'était engagé à remplir. Lorsqu'il sentit ses forces décliner, il résigna le titre si fort envié de médecin de l'Hôtel-Dieu, cinq ans avant la limite d'âge, et, du même coup, il abandonna la pratique civile qu'il menait cependant depuis plusieurs années avec le plus grand succès, à titre de médecin consultant. C'est qu'il voulait employer tout son temps au service de notre Académie, et l'on sait comment, à cet égard, il s'acquittait de son devoir.

» Vulpian était plus encore : c'était un grand et bon cœur; un homme de famille, prêt à tout sacrifier pour les siens; un maître adoré de ses élèves; un ami sûr et dévoué; et celui qui a le triste honneur de porter ici la parole ne peut, sans une vive émotion, se remettre en mémoire comment, dans les nombreuses et ardentes compétitions, où ils se sont trouvés mêlés tous les deux, Vulpian s'est toujours montré l'émule loyal, généreux, chevaleresque. Bien qu'il ait rempli de hautes fonctions administratives, en particulier comme doyen de la Faculté de Médecine, je crois bien qu'il n'a rencontré que peu d'ennemis; et encore ces ennemis appartenaient-ils, sans doute, à cette classe d'hommes malheureux qui ne peuvent rencontrer la supériorité du cœur et de l'esprit sans en éprouver comme un sentiment d'irritation et de dépit. Mais, ceux-là, *on les regarde et l'on passe*, comme dit le grand poète des tristesses humaines.

» Dans le courant des dernières années, la santé de Vulpian s'était progressivement altérée. La mort inopinée d'un enfant qu'il aimait pardessus tout, puis celle de la femme dévouée qu'il avait choisie pour compagne vinrent l'ébranler plus encore. Alors je l'entendis répéter ce que je lui avais entendu dire, une fois déjà, il y a de cela trente ans, lorsque, peu de temps après la mort de sa mère qu'il adorait, j'essayais de ranimer son courage un instant abattu : « J'espère, disait-il, me relever par le travail. Heureusement que nous avons ce remède-là ! » ... Oui, le travail, toujours le travail ! tel était bien son refuge suprême. Mais, hélas ! cette fois la lutte était décidément trop inégale. Que de courageux efforts cependant n'a-t-il pas faits pour remonter la pente fatale. A la Faculté de Médecine, nous le voyions chaque année, avec la même ardeur et la

même ponctualité qu'aux plus beaux jours, reprendre et poursuivre, aussi longtemps que ses forces le lui permettaient, ses cours toujours si consciencieusement préparés. A l'Institut, il remplissait avec ce zèle scrupuleux et cette distinction que nous nous plaisions tous à reconnaître ses difficiles fonctions. On n'a pas oublié le bel éloge de Flourens qu'il prononça dans une de nos séances solennelles, et qui excita votre admiration. Marquée au coin des qualités littéraires et scientifiques qui lui étaient familières, la construction de cette œuvre remarquable, au milieu de tant d'autres occupations pressantes, dut lui coûter bien des efforts. Récemment enfin, nous l'avons entendu, au sein de l'Académie de Médecine, défendre la cause d'un illustre savant avec toute l'ardeur, toute la passion même d'une conviction profonde, et aussi toute l'indignation que suscite dans une âme droite le sentiment d'une agression qui ne lui paraît pas justifiée.

» C'était trop; l'organisme succombait peu à peu sous ces coups répétés, et lorsque, il y a quelques jours, après un de ces trop longs séjours qu'il avait coutume de faire dans son laboratoire, notre ami fut saisi des premières atteintes du mal qui devait nous le ravir, nous ne nous y sommes pas trompés un seul instant. En nous, dès l'origine, s'était développée la douloureuse, l'implacable conviction que nous allions, hélas! assister à un désastre. Par une triste compensation, Vulpian, pendant toute la durée de sa maladie, ne reconnut pas, même un seul instant, que sa vie était en danger. La souffrance du corps comme celle de l'esprit lui ont donc été épargnées. Il faut nous féliciter encore, dans cette épreuve, que la clémence du sort l'ait ainsi soustrait aux amertumes des luttes cruelles et des suprêmes déchirements que la nature nous impose trop souvent.

» Maintenant, le malheur est consommé; nous pouvons en mesurer l'étendue et la profondeur. Le vide que rien ne saurait combler s'est ouvert. Les regrets, les émotions pénibles ou douloureuses que cause en ce moment chez nous et autour de nous cette perte irréparable, s'éteindront eux aussi, tôt ou tard, car ceux qui les ressentent sont périssables.

» Seule durable et seule équitable est la postérité : elle recueillera pieusement le nom du savant et le consacrera par un souvenir glorieux. »

Discours de M. Brown-Séquard,

au nom de la Société de Biologie.

« Messieurs,

» La Société de Biologie vient de faire, par la mort de M. Vulpian, une des plus grandes pertes qu'elle pût avoir à déplorer. Notre illustre et regretté Collègue a contribué largement, avec Rayer, Claude Bernard, Charcot, Paul Bert et quelques autres à donner à notre Société la haute position qu'elle occupe dans le monde savant. Pendant de nombreuses années, ses Communications multipliées ont donné un grand éclat à nos séances. Nous savons tous par quelles qualités éminentes brillait M. Vulpian. Il joignait à une extrême exactitude dans l'observation des plus minutieux détails des faits le pouvoir de discerner sûrement la valeur propre à chacun d'eux, et il savait, mieux que personne, mettre en relief ceux qui le méritaient. Dans l'exposé de ses recherches personnelles, comme dans l'appréciation des travaux d'autrui, il avait, à un haut degré, la faculté de reconnaître les particularités qui rendaient inacceptables les conclusions auxquelles d'autres détails paraissaient conduire. Il possédait, outre ces aptitudes exceptionnelles d'examen de tous les côtés d'un travail expérimental ou clinique, les plus hautes qualités d'originalité, une grande puissance de travail et des connaissances aussi étendues que profondes et variées. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner qu'un homme aussi admirablement doué ait produit tant d'œuvres remarquables par leur richesse en faits nouveaux et par une valeur exceptionnellement grande dans la critique des doctrines ayant cours.

» Le nom de M. Vulpian restera attaché à nombre de questions importantes sur lesquelles ses recherches ont jeté une très vive lumière. Les principales d'entre elles sont relatives à la physiologie et à la pathologie des nerfs craniens, vaso-moteurs et sécréteurs, de la moelle épinière et de l'encéphale, de plusieurs affections de la peau, du cœur et d'autres organes, et à l'histoire physiologique, toxicologique et thérapeutique de nombre de poisons et de médicaments.

» D'autres que moi ont dit et diront, avec les détails nécessaires, quels sont les titres qui ont placé M. Vulpian au premier rang parmi les physiologistes et les médecins de notre temps. D'autres aussi vous raconteront la vie si belle et si honorable de notre éminent Collègue et vous le repré-

senteront, ainsi qu'il le mérite, comme un modèle de dignité, de droiture et de bonté. Quant à moi, je veux me borner aux remarques suivantes :

» A une époque où, en raison de quelque retard dans l'emploi du microscope, la France a eu un instant d'infériorité, dans les Sciences médicales, vis-à-vis d'une nation voisine, elle a pu en sortir grâce à une impulsion vigoureuse venue d'une École que nous avons connue, pendant une dizaine d'années, sous le nom d'*École de la Salpêtrière,* École dont les chefs éminents étaient nos illustres Collègues MM. Vulpian et Charcot. Cette impulsion rénovatrice, qui a donné à la France une position prééminente, se fait sentir encore maintenant dans presque toutes les branches des Sciences médicales, grâce aux travaux personnels de ces deux savants et de leurs élèves, dont quelques-uns sont déjà devenus des maîtres à leur tour.

» Parmi les Livres si remarquables, à tous égards, que nous devons à M. Vulpian, il en est un qui est un véritable chef-d'œuvre d'originalité et d'érudition. Je veux parler de ses *Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux*. Dans cet Ouvrage, plus peut-être que dans ses autres Livres, M. Vulpian a montré combien la Physiologie normale et pathologique peut gagner à la comparaison des faits fournis par l'expérimentation sur des animaux avec les faits provenant de la clinique humaine. Je puis dire que, grâce à M. Vulpian, les travailleurs qui s'occupent des Sciences médicales sont pourvus de plus grands moyens de progrès en France que dans aucun autre pays. En effet, partout ailleurs qu'ici, les médecins ne s'occupent guère que des faits cliniques, et les physiologistes ne connaissent guère que ce qu'enseigne l'expérimentation sur les animaux, d'où il résulte souvent que les questions biologiques, et surtout les plus hautes, sont résolues dans un sens par les médecins et dans un autre par les physiologistes. Je suis donc autorisé à dire, en terminant, que, non seulement notre illustre et regretté Collègue a rendu d'éminents services à la Science et à la pratique de la Médecine, ainsi qu'à la Physiologie, par ses découvertes et ses publications si pleines d'originalité, mais encore en montrant, par le précepte et par l'exemple, dans ses cours et dans ses Livres et Mémoires, l'immense importance de l'étude comparative des faits expérimentaux et des observations cliniques.

» En disant un dernier adieu à notre excellent Collègue, laissez-moi ajouter que tous les Membres de notre Société qui ont connu M. Vulpian l'ont aimé autant qu'ils l'ont admiré. »

SÉANCE DU LUNDI 23 MAI 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** prononce les paroles suivantes :

« Messieurs,

» L'Académie est bien cruellement éprouvée en ce moment. Il n'y a pas un mois nous perdions notre Président, peu après c'était le doyen de la Section d'Économie rurale, aujourd'hui c'est notre Secrétaire perpétuel. Notre Secrétaire nommé d'hier et enlevé au moment où il allait mettre exclusivement au service de l'Académie une science consommée, un grand caractère, une renommée qui commandait partout l'admiration et le respect.

» Les obsèques de M. Vulpian ont eu lieu samedi. Parmi les discours prononcés je signalerai celui de M. le Secrétaire perpétuel prononcé au nom de l'Académie et comme Collègue, ceux de MM. Charcot et Brown-Séquard, au nom de la Section de Médecine et de la Société de Biologie. Ces discours figureront aux *Comptes rendus*.

» Ces obsèques, Messieurs, par le concours si considérable qu'elles avaient attiré, par le recueillement et la tristesse empreinte sur tous les visages, ont montré combien était universel et profond le sentiment de la perte irréparable que la Science et le corps médical font en M. Vulpian.

» Il faut en convenir, Messieurs, le caractère de notre Confrère ne nous fut pas tout d'abord suffisamment connu. Ce furent ses fonctions de Secrétaire qui le mirent en lumière. Jusque-là ce Confrère, si grave, si réservé, fuyant presque les occasions de se communiquer, ne nous avait laissé voir que la profondeur et l'étendue de sa science; mais ceux qui le connais-

saient plus intimement ou qui avaient eu l'occasion de juger ce beau caractère ne s'y trompaient pas.

» On le vit bien samedi dernier. Tous les orateurs qui ont parlé sur cette tombe si prématurément ouverte n'ont pu se défendre d'une grande émotion dès qu'ils ont eu à toucher à l'homme moral. En particulier, le Confrère que la direction de ses beaux travaux a rendu souvent l'émule de M. Vulpian et qui a partagé avec lui l'honneur de porter dans la connaissance de ces maladies du système nerveux, naguère encore si obscures, une lumière comparable à celle que Laënnec a su faire pour les maladies des poumons et du cœur, ce Confrère, dis-je, ayant à rappeler de chers souvenirs de jeunesse et à retracer ses luttes loyales avec l'émule si généreux, chevaleresque même, qu'il avait toujours trouvé en M. Vulpian, éprouva une émotion qui alla jusqu'à l'extrême et remua profondément l'Assemblée.

» Voilà, Messieurs, la vraie grandeur : c'est celle qui excite l'admiration de nos rivaux eux-mêmes et provoque un hommage aussi touchant. Et tout dernièrement encore, Messieurs, n'eûmes-nous pas une manifestation éclatante de cette haute conscience? Devant les attaques incompréhensibles dont les travaux d'un illustre Confrère étaient l'objet, ne vîmes-nous pas M. Vulpian se révolter, et, dans son indignation, frapper des coups que l'autorité de son caractère et de sa science rendaient terribles? Hélas! c'était là le dernier éclat de cette voix courageuse qui ne se fera plus entendre en faveur de la justice et de la vérité.

» Maintenant, nous ne pouvons plus que conserver votre souvenir, Confrère si regrettable. Il sera toujours entouré, parmi nous, de l'hommage qui lui est dû. Nous y joindrons le grand et constant regret que vous ayez été enlevé si prématurément du poste où nous vous avions élevé, et que vous occupiez avec tant d'honneur et de profit pour l'Académie. »

La séance publique est levée en signe de deuil.

ASTRONOMIE. — *Méthode générale pour la détermination de la constante de l'aberration;* par M. **Lœwy**.

« Au moment de l'observation, quand les deux couples se trouvent dans la même situation au-dessus de l'horizon, leur hauteur commune h est déterminée par la formule suivante : $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\cos\frac{\Delta'}{2}$.

» Comme on le voit, h décroît à mesure que les valeurs de Δ et Δ' augmentent. Bien que la réfraction ne joue aucun rôle dans cette recherche, l'observation dans un trop grand voisinage de l'horizon présente néanmoins quelques inconvénients. En effet, l'erreur accidentelle du pointé devient non seulement plus notable, mais aussi le temps disponible pour effectuer l'observation devient plus court. Si l'on voulait alors consacrer au travail une heure par exemple, on se trouverait obligé d'appliquer aux mesures des corrections sensibles pour les ramener au moment d'égale hauteur. L'astronome, en tenant compte des circonstances locales données, saura d'avance quelle est, pour h, la valeur la plus forte à adopter, pour laquelle il n'aura pas à craindre les difficultés que nous venons de signaler. La hauteur h étant ainsi supposée connue, on peut maintenant répondre d'une manière complète à la question donnée, à savoir : quelles sont les valeurs les plus rationnelles à adopter pour Δ et Δ', afin d'obtenir le plus grand effet de l'aberration? En posant $E = 8k \sin\frac{\Delta}{2}\sin\frac{\Delta'}{2}$ et en éliminant une des deux inconnues, Δ' par exemple, au moyen de la relation $\sin h = \cos\frac{\Delta}{2}\cos\frac{\Delta'}{2}$, on arrive alors à l'équation suivante, renfermant la seule variable $\frac{\Delta}{2}$, $E = 8k\sin\frac{\Delta}{2}\sin\frac{\Delta'}{2} = 8k \operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}\sqrt{\cos^2\frac{\Delta}{2} - \sin^2 h}$; pour résoudre le problème, il suffit de chercher pour quelle valeur de Δ, E qui représente l'action totale de l'aberration devient un maximum. En différentiant, on a

$$\cos^2\frac{\Delta}{2} - \sin^2 h = \sin^2\frac{\Delta}{2}\cos^2\frac{\Delta}{2},$$

$$\sin h = \cos^2\frac{\Delta}{2}, \qquad \cos\frac{\Delta'}{2} = \cos\frac{\Delta}{2}, \qquad E = 8k\sin^2\frac{\Delta}{2}.$$

» L'interprétation de ces dernières équations conduit à une règle générale d'une application très facile. Quelle que soit la hauteur à laquelle on désire observer, on aura l'action la plus forte de l'aberration sur $\gamma_{\prime\prime} - \gamma_{\prime}$ en choisissant les coordonnées des quatre étoiles, de telle manière que la distance entre les deux étoiles d'un même couple soit la même que celle qui sépare les deux médianes. On trouve ci-dessous, pour chaque valeur de l'angle du miroir $\alpha = \frac{\Delta}{2}$, les valeurs de $\frac{E}{k}$ et de h qui se correspondent.

α........	30	35	40	45	50	55	60
h.......	48°35′	42°9′	35°58′	30°0′	24°24′	19°12′	14°29′
E : k.....	2,0	2,6	3,3	4,0	4,7	5,4	6,0

» Par l'examen de ce Tableau, on peut maintenant se rendre compte dans quel rapport l'accroissement de la quantité E amène une diminution dans la hauteur h, et par suite, en s'appuyant sur les considérations précédentes, on trouvera sans difficulté la grandeur limite à adopter pour α et h. Pour ne pas trop amoindrir h, nous ne pensons pas qu'il soit judicieux de dépasser dans le choix de α la valeur d'une cinquantaine de degrés. En observant à des hauteurs trop basses, aux deux inconvénients déjà signalés s'ajoute encore un autre obstacle : dans nos latitudes, à cause des brumes fréquentes dans les régions inférieures de l'atmosphère, les mesures deviendraient souvent impossibles.

» Comme nous venons de le démontrer, lorsque l'intersection du plan des deux médianes avec le plan de l'écliptique est horizontale, on aura l'effet le plus notable de l'aberration dans la comparaison des deux mesures faites, aux deux époques où les directions du mouvement terrestre différant de 180° se trouvent comprises dans l'horizon. Nous allons maintenant développer les formules permettant de calculer les coordonnées des étoiles qui réalisent les conditions géométriques exigées.

» Notre point de départ est la longitude de la direction du mouvement terrestre pour un instant donné. Cette direction est déterminée par la longitude $\odot$ du Soleil; en retranchant de sa valeur 90°, on aura la longitude du point de l'espace vers lequel est dirigée la marche de la Terre. Nous connaissons encore la valeur de $\alpha = \frac{\Delta}{2}$ et, en vertu des considérations précédentes, la hauteur h au moment de l'observation. La longitude $\odot - 90°$ du mouvement terrestre varie dans vingt-quatre heures d'environ 1°, et, d'autre part, dans ce même intervalle, la ligne d'intersection de l'horizon avec l'écliptique parcourt successivement tous les points de ce dernier plan au moment de leur lever et de leur coucher. Il arrive donc nécessairement deux époques dans la journée où la direction du mouvement est horizontale. Pour la solution du problème, il importe de connaître les azimuts relatifs à ces deux instants. Afin de faciliter cette recherche, nous avons construit, pour la latitude de Paris, une Table, au moyen des formules ci-après, qui permettent de déduire, à l'aide de la longitude donnée λ d'un lieu de l'écliptique, l'heure sidérale t et l'azimut a pour le lever et le coucher :

$$(1)\quad \begin{cases} \tang\alpha = \cos\omega \tang\lambda, \\ \sin\delta = \sin\omega \sin\lambda, \end{cases} \qquad (2)\quad \begin{cases} \cos(t-\alpha) = -\tang\varphi \tang\delta, \\ \sin a = \cos\delta \sin(t-\alpha). \end{cases}$$

Les équations (1) fournissent les coordonnées équatoriales α et δ, et les équa-

tions (2) l'heure t et l'azimut a. En se livrant à cette étude, il sera avantageux, pour chaque observatoire, de se construire une Table pareille. Nous avons adopté, dans le calcul, l'obliquité de l'écliptique $\omega = 23°27'14'',2$, valeur qu'on peut considérer comme constante pendant un grand nombre d'années. En entrant dans la Table avec la longitude ⊙ du Soleil, on trouve, par une interpolation facile, l'heure et l'azimut du coucher pour le point de l'écliptique dont la longitude est ⊙ — 90°. Pour les deux lieux de l'écliptique, dont les longitudes diffèrent de 180°, l'heure du lever de l'un correspond à l'heure du coucher de l'autre, et réciproquement, et les deux azimuts respectifs sont distants de 180°; par conséquent, pour avoir les quantités analogues pour le lever, il faut calculer les données avec l'argument 180° + ⊙ et ajouter ensuite 180° à l'azimut interpolé.

Heure du coucher et azimut des points de l'écliptique de 0° à 360°.

θ.	t.	dt.	a.	da.	θ.	t.	dt.	a.	da.
°	h m s	m	° '	'	°	h m s	m	° '	'
0...	22. 1. 0	0,073	+52.47,7	+0,00	26...	0. 8. 3	0,088	+57. 4,7	+0,32
1...	22. 5.23	074	52.48,1	01	27...	0.13.21	089	57.24,0	33
2...	22. 9.49	075	52.49,2	03	28...	0.18.41	089	57.43,9	34
3...	22.14.18	075	52.51,2	04	29...	0.24. 2	089	58. 4,3	35
4...	22.18.49	076	52.54,0	05	30...	0.29.24	090	58.25,3	36
5...	22.23.23	077	52.57,6	07	31...	0.34.47	090	58.46,9	36
6...	22.28. 0	078	53. 1,9	08	32...	0.40.12	090	59. 9,0	37
7...	22.32.39	078	53. 7,1	09	33...	0.45.37	091	59.31,7	38
8...	22.37.21	079	53.13,0	11	34...	0.51. 2	091	59.54,8	39
9...	22.42. 5	080	53.19,7	12	35...	0.56.29	091	60.18,5	40
10...	22.46.52	080	53.27,1	13	36...	1. 1.57	091	60.42,8	41
11...	22.51.41	081	53.35,3	14	37...	1. 7.25	091	61. 7,5	42
12...	22.56.33	082	53.44,3	16	38...	1.12.54	092	61.32,6	42
13...	23. 1.27	083	53.54,1	17	39...	1.18.23	092	61.58,2	43
14...	23. 6.23	083	54. 4,5	18	40...	1.23.53	092	62.24,3	44
15...	23.11.21	084	54.15,7	19	41...	1.29.23	092	62.50,9	45
16...	23.16.21	084	54.27,7	20	42...	1.34.54	092	63.17,8	45
17...	23.21.23	084	54.40,3	22	43...	1.40.25	092	63.45,2	46
18...	23.26.28	085	54.53,6	23	44...	1.45.56	092	64.13,0	47
19...	23.31.34	086	55. 7,7	24	45...	1.51.28	092	64.41,2	47
20...	23.36.42	086	55.22,5	25	46...	1.57. 0	092	65. 9,7	48
21...	23.41.51	087	55.37,9	26	47...	2. 2.33	092	65.38,7	49
22...	23.47. 2	087	55.54,0	27	48...	2. 8. 5	092	66. 8,0	49
23...	23.52.15	088	56.10,7	28	49...	2.13.38	092	66.37,7	50
24...	23.57.30	088	56.28,1	30	50...	2.19.10	092	67. 7,7	50
25...	0. 2.46	0,088	+56.46,1	+0,31	51...	2.24.43	0,093	+67.38,0	+0,51

θ.	t.	dt.	a.	da.	θ.	t.	dt.	a.	da.
°	h m s	m	° ′	′	°	h m s	m	° ′	′
52...	2.30.16	0,093	+68. 8,6	+0,51	96...	6.32.57	0,092	+93.37,4	+0,60
53...	2.35.49	093	68.39,6	52	97...	6.38.27	092	94.13,6	60
54...	2.41.22	093	69.10,9	52	98...	6.43.56	092	94.49,7	60
55...	2.46.55	093	69.42,4	53	99...	6.49.26	092	95.25,7	60
56...	2.52.28	093	70.14,2	53	100...	6.54.56	092	96. 1,6	60
57...	2.58. 1	092	70.46,3	54	101...	7. 0.26	092	96.37,5	60
58...	3. 3.33	092	71.18,7	54	102...	7. 5.56	092	97.13,3	60
59...	3. 9. 6	092	71.51,3	54	103...	7.11.26	092	97.49,1	60
60...	3.14.39	092	72.24,1	55	104...	7.16.57	092	98.24,7	60
61...	3.20.11	092	72.57,2	55	105...	7.22.27	092	99. 0,2	59
62...	3.25.44	092	73.30,5	56	106...	7.27.58	092	99.35,7	59
63...	3.31.16	092	74. 4,0	56	107...	7.33.28	092	100.11,0	59
64...	3.36.48	092	74.37,7	56	108...	7.38.59	092	100.46,2	59
65...	3.42.20	092	75.11,6	57	109...	7.44.30	092	101.21,2	59
66...	3.47.52	092	75.45,7	57	110...	7.50. 2	092	101.56,1	58
67...	3.53.24	092	76.20,0	57	111...	7.55.33	092	102.30,9	58
68...	3.58.56	092	76.54,5	58	112...	8. 1. 4	092	103. 5,5	58
69...	4. 4.27	092	77.29,1	58	113...	8. 6.36	092	103.40,0	58
70...	4. 9.59	092	78. 3,9	58	114...	8.12. 8	092	104.14,3	57
71...	4.15.30	092	78.38,8	58	115...	8.17.40	092	104.48,4	57
72...	4.21. 1	092	79.13,9	59	116...	8.23.12	092	105.22,3	56
73...	4.26.32	092	79.49,0	59	117...	8.28.44	092	105.56,0	56
74...	4.32. 2	092	80.24,3	59	118...	8.34.16	092	106.29,5	56
75...	4.37.33	092	80.59,8	59	119...	8.39.49	092	107. 2,8	55
76...	4.43. 3	092	81.35,3	59	120...	8.45.21	092	107.35,9	55
77...	4.48.34	092	82.10,9	60	121...	8.50.54	092	108. 8,7	55
78...	4.54. 4	092	82.46,7	60	122...	8.56.26	092	108.41,3	54
79...	4.59.34	092	83.22,5	60	123...	9. 1.59	092	109.13,7	54
80...	5. 5. 4	092	83.58,4	60	124...	9. 7.32	092	109.45,8	53
81...	5.10.34	092	84.34,3	60	125...	9.13. 5	092	110.17,6	53
82...	5.16. 4	092	85.10,3	60	126...	9.18.38	092	110.49,1	52
83...	5.21.33	092	85.46,4	60	127...	9.24.11	092	111.20,4	52
84...	5.27. 3	092	86.22,6	60	128...	9.29.44	092	111.51,4	51
85...	5.32.33	092	86.58,8	60	129...	9.35.17	092	112.22,0	51
86...	5.38. 2	092	87.35,0	60	130...	9.40.50	092	112.52,3	50
87...	5.43.32	092	88.11,2	60	131...	9.46.22	092	113.22,3	50
88...	5.49. 1	092	88.47,5	60	132...	9.51.55	092	113.52,0	49
89...	5.54.31	092	89.23,7	60	133...	9.57.28	092	114.21,3	49
90...	6. 0. 0	092	90. 0,0	60	134...	10. 3. 0	092	114.50,3	48
91...	6. 5.29	092	90.36,3	60	135...	10. 8.32	092	115.18,8	47
92...	6.10.59	092	91.12,6	60	136...	10.14. 4	092	115.47,0	47
93...	6.16.28	092	91.48,8	60	137...	10.19.35	092	116.14,8	46
94...	6.21.58	092	92.25,0	60	138...	10.25. 6	092	116.42,2	45
95...	6.27.27	0,092	+93. 1,2	+0,60	139...	10.30.37	0,092	+117. 9,1	+0,45

θ.	t.	dt.	a.	da.
°	h m s	m	° ′	′
140...	10.36. 7	0,092	+117.35,7	+0,44
141...	10.41.37	092	118. 1,8	43
142...	10.47. 6	092	118.27,4	42
143...	10.52.35	091	118.52,5	42
144...	10.58. 3	091	119.17,2	41
145...	11. 3.31	091	119.41,4	40
146...	11. 8.58	091	120. 5,1	39
147...	11.14.23	090	120.28,3	38
148...	11.19.48	090	120.51,0	37
149...	11.25.13	090	121.13,1	36
150...	11.30.36	090	121.34,7	36
151...	11.35.58	089	121.55,7	35
152...	11.41.19	089	122.16,1	34
153...	11.46.39	089	122.36,0	33
154...	11.51.57	088	122.55,3	32
155...	11.57.14	088	123.13,9	31
156...	12. 2.30	088	123.31,9	30
157...	12. 7.45	087	123.49,3	29
158...	12.12.58	087	124. 6,0	27
159...	12.18. 9	086	124.22,1	26
160...	12.23.19	086	124.37,5	25
161...	12.28.27	085	124.52,3	24
162...	12.33.33	085	125. 6,4	23
163...	12.38.37	084	125.19,7	22
164...	12.43.39	084	125.32,3	21
165...	12.48.39	083	125.44,3	19
166...	12.53.37	083	125.55,5	18
167...	12.58.33	082	126. 5,9	17
168...	13. 3.27	081	126.15,7	16
169...	13. 8.19	081	126.24,7	14
170...	13.13. 8	080	126.32,9	13
171...	13.17.55	079	126.40,3	12
172...	13.22.39	079	126.47,0	11
173...	13.27.21	078	126.52,9	09
174...	13.32. 0	077	126.58,1	08
175...	13.36.37	077	127. 2,4	07
176...	13.41.11	076	127. 6,0	05
177...	13.45.43	075	127. 8,8	04
178...	13.50.11	074	127.10,7	03
179...	13.54.37	074	127.11,9	+0,01
180...	13.59. 0	073	127.12,3	00
181...	14. 3.20	072	127.11,9	−0,01
182...	14. 7.38	071	127.10,7	03
183...	14.11.52	0,070	+127. 8,8	−0,04
184...	14.16. 3	0,069	+127. 6,0	−0,05
185...	14.20.12	069	127. 2,4	07
186...	14.24.18	068	126.58,1	08
187...	14.28.20	067	126.52,9	09
188...	14.32.20	066	126.47,0	11
189...	14.36.17	065	126.40,3	12
190...	14.40.10	065	126.32,9	13
191...	14.44. 1	064	126.24,7	14
192...	14.47.49	063	126.15,7	16
193...	14.51.34	062	126. 5,9	17
194...	14.55.16	061	125.55,5	18
195...	14.58.55	060	125.44,3	19
196...	15. 2.31	060	125.32,3	21
197...	15. 6. 4	059	125.19,7	22
198...	15. 9.34	058	125. 6,4	23
199...	15.13. 1	057	124.52,3	24
200...	15.16.26	056	124.37,5	25
201...	15.19.48	056	124.22,1	26
202...	15.23. 7	055	124. 6,0	27
203...	15.26.23	054	123.49,3	29
204...	15.29.37	053	123.31,9	30
205...	15.32.48	053	123.13,9	31
206...	15.35.56	052	122.55,3	32
207...	15.39. 2	051	122.36,0	33
208...	15.42. 5	051	122.16,1	34
209...	15.45. 6	050	121.55,7	35
210...	15.48. 4	049	121.34,7	36
211...	15.51. 0	049	121.13,1	36
212...	15.53.54	048	120.51,0	37
213...	15.56.45	047	120.28,3	38
214...	15.59.34	047	120. 5,1	39
215...	16. 2.20	046	119.41,4	40
216...	16. 5. 5	045	119.17,2	41
217...	16. 7.47	045	118.52,5	42
218...	16.10.28	044	118.27,4	42
219...	16.13. 6	044	118. 1,8	43
220...	16.15.42	043	117.35,7	44
221...	16.18.17	043	117. 9,1	45
222...	16.20.49	042	116.42,2	45
223...	16.23.20	042	116.14,8	46
224...	16.25.49	041	115.47,0	47
225...	16.28.16	041	115.18,8	47
226...	16.30.41	040	114.50,3	48
227...	16.33. 5	0,040	+114.21,3	−0,49

θ.	t.	dt.	a.	da.
°	h m s	m	° ′	′
228...	16.35.27	0,039	+113.52,0	−0,49
229...	16.37.48	039	113.22,3	50
230...	16.40. 7	038	112.52,3	50
231...	16.42.25	038	112.22,0	51
232...	16.44.41	038	111.51,4	51
233...	16.46.56	037	111.20,4	52
234...	16.49.10	037	110.49,1	52
235...	16.51.22	037	110.17,6	53
236...	16.53.33	036	109.45,8	53
237...	16.55.43	036	109.13,7	54
238...	16.57.51	036	108.41,3	54
239...	16.59.59	035	108. 8,7	55
240...	17. 2. 5	035	107.35,9	55
241...	17. 4.11	035	107. 2,8	55
242...	17. 6.15	034	106.29,5	56
243...	17. 8.18	034	105.56,0	56
244...	17.10.21	034	105.22,3	56
245...	17.12.22	034	104.48,4	57
246...	17.14.23	033	104.14,3	57
247...	17.16.23	033	103.40,0	58
248...	17.18.22	033	103. 5,5	58
249...	17.20.21	033	102.30,9	58
250...	17.22.19	033	101.56,1	58
251...	17.24.16	032	101.21,2	59
252...	17.26.12	032	100.46,2	59
253...	17.28. 8	032	100.11,0	59
254...	17.30. 3	032	99.35,7	59
255...	17.31.58	032	99. 0,2	59
256...	17.33.52	032	98.24,7	60
257...	17.35.46	032	97.49,1	60
258...	17.37.40	031	97.13,3	60
259...	17.39.33	031	96.37,5	60
260...	17.41.26	031	96. 1,6	60
261...	17.43.18	031	95.25,7	60
262...	17.45.10	031	94.49,7	60
263...	17.47. 2	031	94.13,6	60
264...	17.48.53	031	93.37,4	60
265...	17.50.45	031	93. 1,2	60
266...	17.52.36	031	92.25,0	60
267...	17.54.27	031	91.48,8	60
268...	17.56.18	031	91.12,6	60
269...	17.58. 9	031	90.36,3	60
270...	18. 0. 0	031	90. 0,0	60
271...	18. 1.51	0,031	+89.23,7	−0,60
272...	18. 3.42	0,031	+88.47,5	−0,60
273...	18. 5.33	031	88.11,2	60
274...	18. 7.24	031	87.35,0	60
275...	18. 9.15	031	86.58,8	60
276...	18.11. 7	031	86.22,6	60
277...	18.12.58	031	85.46,4	60
278...	18.14.50	031	85.10,3	60
279...	18.16.42	031	84.34,3	60
280...	18.18.35	031	83.58,4	60
281...	18.20.27	031	83.22,5	60
282...	18.22.20	031	82.46,7	60
283...	18.24.14	032	82.10,9	60
284...	18.26. 8	032	81.35,3	59
285...	18.28. 2	032	80.59,8	59
286...	18.29.57	032	80.24,3	59
287...	18.31.52	032	79.49,0	59
288...	18.33.48	032	79.13,9	59
289...	18.35.44	032	78.38,8	58
290...	18.37.41	033	78. 3,9	58
291...	18.39.39	033	77.29,1	58
292...	18.41.38	033	76.54,5	58
293...	18.43.37	033	76.20,0	57
294...	18.45.37	033	75.45,7	57
295...	18.47.38	034	75.11,6	57
296...	18.49.39	034	74.37,7	56
297...	18.51.42	034	74. 4,0	56
298...	18.53.45	034	73.30,5	56
299...	18.55.49	035	72.57,2	55
300...	18.57.55	035	72.24,1	55
301...	19. 0. 1	035	71.51,3	54
302...	19. 2. 9	036	71.18,7	54
303...	19. 4.17	036	70.46,3	54
304...	19. 6.27	036	70.14,2	53
305...	19. 8.38	037	69.42,4	53
306...	19.10.50	037	69.10,9	52
307...	19.13. 4	037	68.39,6	52
308...	19.15.19	038	68. 8,6	51
309...	19.17.35	038	67.38,0	51
310...	19.19.53	038	67. 7,7	50
311...	19.22.12	039	66.37,7	50
312...	19.24.33	039	66. 8,0	49
313...	19.26.55	040	65.38,7	49
314...	19.29.19	040	65. 9,7	48
315...	19.31.44	0,041	+64.41,2	−0,47

θ.	t.	dt.	a.	da.
°	h m s	m	° ′	′
316...	19.34.11	0,041	+64.13,0	−0,47
317...	19.36.40	042	63.45,2	46
318...	19.39.11	042	63.17,8	45
319...	19.41.43	043	62.50,9	45
320...	19.44.17	043	62.24,3	44
321...	19.46.54	044	61.58,2	43
322...	19.49.32	044	61.32,6	42
323...	19.52.12	045	61. 7,5	42
324...	19.54.55	045	60.42,8	41
325...	19.57.40	046	60.18,5	40
326...	20. 0.26	047	59.54,8	39
327...	20. 3.15	047	59.31,7	38
328...	20. 6. 6	048	59. 9,0	37
329...	20. 9. 0	049	58.46,9	36
330...	20.11.56	049	58.25,3	36
331...	20.14.54	050	58. 4,3	35
332...	20.17.55	051	57.43,9	34
333...	20.20.58	051	57.24,0	33
334...	20.24. 4	052	57. 4,7	32
335...	20.27.12	053	56.46,1	31
336...	20.30.23	053	56.28,1	30
337...	20.33.37	054	56.10,7	28
338...	20.36.53	0,055	+55.54,0	−27
339...	20.40.12	0,056	+55.37,9	−0,26
340...	20.43.34	056	55.22,5	25
341...	20.46.59	057	55. 7,7	24
342...	20.50.26	058	54.53,6	23
343...	20.53.56	059	54.40,3	22
344...	20.57.29	060	54.27,7	20
345...	21. 1. 5	060	54.15,7	19
346...	21. 4.44	061	54. 4,5	18
347...	21. 8.26	062	53.54,1	17
348...	21.12.11	063	53.44,3	16
349...	21.15.59	064	53.35,3	14
350...	21.19.50	065	53.27,1	13
351...	21.23.43	065	53.19,7	12
352...	21.27.40	066	53.13,0	11
353...	21.31.40	067	53. 7,1	09
354...	21.35.42	068	53. 1,9	08
355...	21.39.48	069	52.57,6	07
356...	21.43.57	069	52.54,0	05
357...	21.48. 8	070	52.51,2	04
358...	21.52.22	071	52.49,2	03
359...	21.56.40	072	52.48,1	−0,01
360...	22. 1. 0	0,073	+52.47,7	00

THERMOCHIMIE. — *Sur les divers états du tellure;* par MM. **Berthelot** et **Ch. Fabre**.

« 1. L'étude thermique des composés du tellure exige que l'on connaisse la quantité de chaleur qui se dégage lorsque ce corps passe de l'état amorphe à l'état cristallisé. Nous avons utilisé, pour fixer cette donnée, l'action qu'exerce sur le tellure le mélange de brome et d'eau saturée de brome. Le tellure réduit en poudre très fine se dissout assez rapidement dans ces deux liquides, sans dégagement de gaz.

» 2. Tellure cristallisé. — Ce corps a été préparé par volatilisation du tellure dans un courant d'hydrogène : les aiguilles obtenues mesurent quelquefois plusieurs centimètres de longueur; on les réduit en poudre aussi fine que possible et on les projette dans la fiole calorimétrique.

» Trois déterminations vers 13° ont donné par équivalent (Te = 64) :

	$+33^{Cal},38$	$+33^{Cal},40$	$+33^{Cal},51$	Moyenne...	$+33^{Cal},33$
Tellure employé...	$1^{gr},202$	$1^{gr},2956$	$3^{gr},0472$		

» 3. TELLURE AMORPHE. — 1° *Tellure précipité par l'acide sulfureux.* — Il est nécessaire, pour obtenir ce corps exempt d'acide tellureux, d'effectuer le lavage et le séchage du précipité obtenu, en évitant l'action de l'air; on emploie pour les lavages l'eau saturée d'azote et l'on sèche dans un courant de ce gaz.

» Trois déterminations vers 13° ont donné par équivalent de tellure :

	$+21^{Cal},42$	$+21^{Cal},03$	$+21^{Cal},38$	Moyenne..	$+21^{Cal},292$
Tellure employé..	$0^{gr},7903$	$0^{gr},5169$	$2^{gr},1179$		

» Nous nous sommes demandé si le tellure précipité par l'acide sulfureux était absolument pur. Pour nous en assurer, nous l'avons volatilisé dans un courant d'azote; cette opération n'en change pas le poids d'une manière appréciable, comme le montrent les chiffres ci-dessous :

A. Poids du tellure précipité :	avant d'être chauffé...	$2^{gr},6240$
» »	après volatilisation...	2,6212
	Différence.......	0,0028
B. Poids du tellure précipité :	avant d'être chauffé...	$3^{gr},1497$
» »	après volatilisation ...	3,1481
	Différence.......	0,0016

» Le tellure précipité par l'acide sulfureux, lavé et séché dans l'azote, est donc pur.

» 2° *Tellure précipité des tellurures.* — Une dissolution d'un tellure alcalin ou d'un tellurocyanure laisse déposer, sous l'influence de l'air ou d'un agent oxydant, un précipité de tellure. Ce précipité, lavé et recueilli avec les mêmes précautions que le précédent, puis dissous dans le brome et l'eau de brome, a donné, par équivalent de tellure :

	$+33^{Cal},36$	$+33^{Cal},05$	$+33^{Cal},76$	Moyenne.	$+33^{Cal},39$ (¹)
Tellure employé.	$2^{gr},3430$	$2^{gr},0576$	$1^{gr},7636$		

» Ces nombres prouvent que l'action oxydante de l'air sur le tellure peut être prévenue, en opérant avec le système de précautions que nous employons.

» 3° *Tellure précipité de l'acide tellurhydrique.* — L'aspect du tellure provenant de la décomposition de l'acide tellurhydrique par les agents oxy-

(¹) Valeur à peu près identique à celle que fournit le tellure cristallisé.

dants ne diffère pas sensiblement de celui que présente la variété précédente. Deux déterminations, faites sur $0^{gr},5595$ et $3^{gr},0055$, ont donné, par équivalent,

$$+33^{Cal},49, \quad +33^{Cal},52, \quad \text{Moyenne : } +33^{Cal},505.$$

» Ces dernières mesures montrent l'identité des deux dernières variétés de tellure, entre elles et avec le tellure cristallisé.

» Nous admettrons que leur dissolution dans le brome et dans l'eau de brome dégage un nombre de calories qui est la moyenne des deux nombres

$$+33^{Cal},39 \quad \text{et} \quad +33^{Cal},505, \quad \text{soit } +33^{Cal}447.$$

» Ce nombre diffère très peu de celui qui est fourni par la dissolution du tellure cristallisé; la différence est de l'ordre des erreurs d'expérience. Nous adopterons la moyenne totale, soit

$$+33^{Cal},388.$$

» 4. La différence des deux nombres

$$-33,388+21,292=-12,096$$

mesure la chaleur qui serait absorbée dans la transformation du tellure amorphe précipité par l'acide sulfureux en tellure cristallisé; nous pouvons donc écrire

Te cristallisé changé en Te amorphe, dégage.......... $+12^{Cal},096$.

» 5. Ces résultats thermiques établissent l'existence de deux états allotropiques distincts, pour le tellure comme pour le soufre et le sélénium. Nous avons recherché si la trempe, c'est-à-dire le refroidissement brusque, produirait sur le tellure les mêmes effets que sur le soufre et le sélénium. En projetant dans l'eau froide ce corps préalablement fondu, l'étude thermique du tellure ainsi préparé a donné, par l'action du brome, des résultats intermédiaires, variant de $+22^{Cal}$ à $+28^{Cal}$.

» Voici les nombres obtenus par la même méthode que précédemment :

Tellure trempé.

Poids dissous dans le brome et l'eau de brome.	Calories.	Température moyenne.	Observations.
gr	Cal		
0,7607.............	21,20	12°,5	Préparation B.
0,5169.............	22,31	Id	Préparation B.
1,2265.............	26,14	15°	» C.
2,3430.............	27,97	vers 14°	» A.
3,1231.............	29,03	14°	» D.

» Le premier de ces nombres répond, en effet, au tellure précipité par l'acide sulfureux, c'est-à-dire au tellure amorphe. Les autres indiqueraient un mélange de tellure amorphe et de tellure cristallisé, mélange dont les proportions varient avec la rapidité du refroidissement. C'est, d'ailleurs, ce qui arrive pour le soufre brusquement refroidi, mélange de soufre insoluble, amorphe, et de soufre cristallisé.

» Il est à remarquer que la transformation du tellure amorphe en tellure cristallisé *absorbe* une certaine quantité de chaleur; tandis que le sélénium amorphe (variété vitreuse), en passant à l'état métallique, dégage $+2^{\text{Cal}},84$, d'après l'un de nous. Avec le soufre, les deux variétés se changent l'une dans l'autre avec un phénomène thermique, nul à la température ordinaire, mais dont le signe devient positif à mesure que la température s'élève; pour devenir sans doute négatif, lorsqu'elle s'abaisse, d'après les recherches de M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 40). Les variétés du phosphore amorphe, en se changeant en phosphore cristallisé, donnent également lieu, suivant la nature de ces variétés, tantôt à un dégagement de chaleur, tantôt à une absorption (Troost et Hautefeuille).

» Le caractère endothermique ou exothermique de la transformation du corps amorphe en corps cristallisé n'a donc rien d'absolu, ni pour les éléments d'une famille donnée, ni même pour un élément unique. Ce qui s'explique, si l'on remarque qu'il suffit que les deux états du même corps possèdent des chaleurs spécifiques inégales, pour que la chaleur de transformation varie et même change de signe, suivant le degré de l'échelle des températures auquel la réaction s'accomplit.

» Une dernière observation n'est pas sans intérêt.

» Le tellure précipité, soit en présence d'une liqueur alcaline, soit en présence d'un excès d'acide tellurhydrique, répond à l'état du tellure cristallisé; tandis que le tellure précipité par l'acide sulfureux, ou obtenu par la trempe, est du tellure amorphe (en tout, ou en grande partie). C'est précisément la relation caractéristique qui avait été observée autrefois pour le soufre par l'un de nous. En effet, le soufre précipité dans une liqueur alcaline, ou en présence de l'acide sulfhydrique, répond à l'état cristallisé; tandis que l'état amorphe et insoluble du soufre se produit sous l'influence de l'acide sulfureux, ou d'un refroidissement brusque. Il y a donc parallélisme entre les états du soufre et du tellure, sous le rapport des conditions, d'ordre physique ou chimique, génératrices de ces états. »

PHYSIOLOGIE. — *Méthode pour la détermination de l'activité spécifique des échanges intramusculaires ou du coefficient de l'activité nutritive et respiratoire des muscles en repos et en travail;* par M. **A. Chauveau**.

« J'ai fait connaître, dans deux Communications (voir *Comptes rendus*, séances du 25 avril et du 16 mai 1887), les résultats et les conclusions de mes expériences sur l'activité spécifique des phénomènes nutritifs et respiratoires des muscles en repos et en travail, mais je n'ai donné aucun détail sur la technique de ces expériences. C'est un sujet qui intéresse trop les physiologistes pour que je le passe entièrement sous silence. Du reste, en donnant quelques renseignements sur ma méthode et mes procédés d'expérimentation, j'écarterai quelques objections qui m'ont été faites, surtout à propos des grandes difficultés attachées à l'exécution de certains temps opératoires.

» Le muscle *releveur propre de la lèvre supérieure*, chez le cheval, est placé sur le côté du chanfrein, sous le muscle *releveur superficiel de l'aile du nez et de la lèvre supérieure*, et séparé de la peau par ce dernier. Comme celui-ci est réduit à une mince aponévrose, en ce point, le releveur propre peut être considéré comme étant sous-cutané. On le sent très bien à travers le tégument, sous lequel il se dessine souvent, à la vue, même chez les sujets de race commune, qui ont la peau épaisse.

» Le releveur propre de la lèvre supérieure est le seul muscle de la face qui se compose d'un corps charnu et d'un tendon.

» Le corps charnu, conoïde aplati, à sommet dirigé en bas, pèse de 18^{gr} à 25^{gr}, chez les sujets de taille moyenne, vieux, maigres et néanmoins encore bien portants, dont on peut disposer pour les expériences de physiologie. Il a donc une certaine masse et est irrigué par le sang en quantité suffisante pour se prêter aux expériences. On a vu toutefois que cette quantité est singulièrement réduite, dans l'état de repos du muscle. Le sang coule alors par gouttes se succédant lentement; on a donc pu, avec toute apparence de raison, mettre en doute la possibilité de recueillir le sang dans des conditions qui permettent de procéder à l'extraction des gaz. Il sera dit plus loin comment cette difficulté a été écartée.

» Hors le moment des repas, ce corps charnu est toujours dans un grand état de relâchement. Il est facile de s'en assurer en faisant, avec le doigt, rouler le muscle sous la peau. Si l'on donne à l'animal de l'avoine à

manger (l'avoine est l'aliment qui entretient le mieux la continuité du jeu du muscle), le corps charnu se met aussitôt à fonctionner, même avec plus d'activité que le tissu musculaire des masticateurs, pour l'exécution des mouvements incessants nécessaires à la préhension et à la rétention de l'aliment. Le muscle se prête donc parfaitement aux expériences comparatives sur l'état de repos et l'état d'activité du tissu musculaire.

» J'ai dit, dans ma première Communication, que le travail accompli par cet organe musculaire, pendant le repas, peut être considéré comme à peu près équivalent dans tous les animaux de même taille et de même tempérament, mangeant avec le même appétit et la même avidité. Le muscle présente encore un autre avantage, celui de se prêter, grâce au tendon qui le prolonge inférieurement, à la mesure exacte du travail dont il est capable. Ce tendon permet l'application d'un appareil dynamométrique, dont les indications peuvent être inscrites sur un appareil enregistreur. C'est un avantage que je n'ai pas utilisé dans la circonstance présente, pour ne pas compliquer mes expériences de début, déjà si extraordinairement difficiles. Je me réserve de faire cette application plus tard.

» En général, le muscle releveur de la lèvre supérieure n'a qu'une seule veine émergente, apparente sous la peau, sortant du corps charnu par la face externe, vers l'union du tiers supérieur avec le tiers moyen, tantôt plus haut, tantôt un peu plus bas. Cette veine se rend dans la faciale. Il s'y ajoute parfois de petites veinules venant d'une autre source, veinules qu'il faut lier, bien entendu. Parfois aussi quelques veinules du muscle restent indépendantes et se rendent directement dans les vaisseaux les plus voisins. Enfin il peut arriver qu'au lieu d'une veine unique il en existe deux et même trois, ce qui est une complication tout à fait défavorable. Ces variations mettent dans la nécessité de vérifier, après chaque expérience, par une dissection minutieuse, les conditions anatomiques de la circulation veineuse du muscle. Naturellement on doit tenir pour nulles et non avenues les expériences faites sur des sujets dont la veine charriait du sang étranger au muscle ou ne recevait pas tout le sang de cet organe. Nous avons eu l'ennui de subir ce désagrément plusieurs fois.

» C'est après cette vérification qu'on enlève le muscle pour en peser le corps charnu après l'avoir débarrassé de tous les tissus étrangers, sauf les vaisseaux et les nerfs profonds. Ce corps charnu ne présente à son extrémité supérieure que de rares intersections fibreuses superficielles. A son extrémité inférieure, l'épanouissement du tendon sur le cône musculaire est vite épuisée. L'excision de la plus grande partie de ces éléments fibreux

peut s'exécuter de manière à n'en laisser subsister qu'une quantité absolument insignifiante.

» *Manuel opératoire.* — Le muscle et sa veine faisant saillie sous la peau, il est facile de découvrir et de préparer le vaisseau. Après avoir cherché et lié les veinules collatérales étrangères au muscle, on lie aussi la veine essentielle et l'on y fixe une petite canule en verre laissant échapper le sang du muscle au dehors. Cette canule doit avoir un diamètre qui permette l'écoulement libre du sang en gouttes se succédant plus ou moins rapidement, et qui règle cet écoulement en conservant aux parois de la veine une très légère tension, rappelant celle du vaisseau non ouvert, de manière à ne pas modifier sensiblement les conditions de la circulation normale.

» *Méthode pour l'exécution des expériences.* — Les éléments de la solution du problème sont multiples. L'idéal serait de se les procurer, pour ainsi dire, tous d'un seul coup, sur le même sang artériel et le même sang veineux recueillis simultanément, et en calculant exactement le temps employé pour obtenir ce dernier. La double opération, répétée alternativement dans l'état de repos et l'état de travail du muscle, permettrait de déterminer, dans des conditions de comparaison rigoureuse, les coefficients de l'irrigation sanguine, de l'absorption du sucre, de l'absorption de l'oxygène, de l'exhalaison de l'acide carbonique, c'est-à-dire tous les principaux éléments dont se compose l'activité nutritive et respiratoire du muscle. Malgré les énormes difficultés que présente cette manière de procéder, j'avais l'espérance de réussir à la mettre en œuvre, grâce à une disposition spéciale de mon outillage. Malheureusement un accident a mis celui-ci dans l'impossibilité de fonctionner.

» Pour ne pas ajourner indéfiniment ces expériences, je me suis résolu à les exécuter d'après les anciens errements. Chacune d'elles a comporté trois séries d'opérations successives sur le muscle en repos et en travail : la première, consacrée à la mesure de l'écoulement du sang; la seconde, à la récolte du sang artériel et veineux pour la détermination des gaz; la troisième, à la même récolte pour le dosage du sucre. Cette méthode expose à des erreurs d'interprétation, parce que, au point de vue de la teneur en gaz et en sucre, le sang est un véritable protée; on n'est jamais sûr qu'il présente la même rapidité d'écoulement, la même composition dans des conditions en apparence identiques. Ainsi, au moment où l'on fait les prises de sang pour l'extraction et l'analyse des gaz pendant l'état

de repos, il y a chance pour que les proportions de sucre ne soient pas les mêmes qu'au moment où l'on pourra déterminer ces proportions par l'analyse pendant une même période d'inactivité. On est donc exposé à donner des chiffres inexacts pour les rapports à établir entre les quantités de sucre disparu d'une part, d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé, d'autre part.

» On peut néanmoins remédier à cet inconvénient, c'est en multipliant les expériences : les chiffres moyens obtenus ainsi se rapprochent beaucoup de l'exactitude, s'ils ne la représentent pas tout à fait. Je n'ai pu réussir que quatre expériences et encore y en a-t-il qui offrent des lacunes. Ce n'est pas assez. Tels qu'ils sont, les résultats que j'ai obtenus n'en sont pas moins intéressants. Les chiffres qui les expriment sont appelés à être modifiés, ainsi que certaines conclusions de détail, mais sans changer la signification d'ensemble et les conclusions générales que ces chiffres comportent.

» *Détermination du coefficient de l'irrigation sanguine.* — Le sang est recueilli dans un petit ballon tenu à la main, pendant cinq minutes exactement, mesurées avec le compteur à secondes. On pèse le sang recueilli. Le poids constaté, divisé par celui du muscle et par le temps, donne, pour chaque gramme de muscle, la quantité de sang qui le traverse en une minute.

» *Détermination du coefficient de l'absorption d'oxygène et de l'exhalaison d'acide carbonique.* — L'extraction des gaz se fait sur du sang artériel puisé directement dans la carotide et sur du sang veineux obtenu en adaptant une seringue aspiratrice à la canule de la veine du muscle, à l'aide d'un court tube intermédiaire en caoutchouc.

» Je n'ai pas besoin de rappeler que les deux opérations sont faites simultanément et qu'on y consacre exactement le même temps. Comme le sang ne s'écoule de la veine qu'avec une extrême lenteur, pendant le repos musculaire, ce fluide aurait le temps de se coaguler dans la seringue et l'on ne saurait plus l'en faire sortir, si l'on n'employait un artifice destiné à s'opposer à cette coagulation du sang. Cet artifice est à la fois très simple et très efficace. On charge préalablement la seringue avec 20^{cc} d'une solution de sulfate de soude pur, dont on a chassé tous les gaz par une ébullition prolongée. Le sang est aspiré, à la dose de 25^{cc}, par la seringue dans cette solution, où il se conserve fluide pendant longtemps. C'est donc un mélange de sang et de sulfate de soude que la seringue pousse dans la

chambre vide où se fait l'extraction des gaz. L'expérience démontre qu'il n'en résulte aucune modification dans la quantité ou la qualité des gaz extraits du sang.

» On détermine donc, par l'analyse comparative du sang artériel et du sang veineux, la quantité d'oxygène qui a disparu du sang et celle d'acide carbonique dont il s'est chargé, pendant le passage de ce fluide à travers le muscle en repos et en travail. Ces quantités sont obtenues sous forme d'indications de volume rapportées à 100 volumes de sang. On en tire, en poids, le coefficient de l'absorption de l'oxygène et celui de la formation de l'acide carbonique à l'aide de la formule suivante :

$$x = \frac{V \times P_g \times C_i}{P_s \times 1000}.$$

» x représentant le coefficient cherché, c'est-à-dire le poids du gaz, oxygène ou acide carbonique, absorbé ou exhalé en une minute par 1^{gr} de tissu musculaire;

» P_s, le poids de 100^{cc} de sang $= 105^{gr}$, d'après la densité moyenne du sang;

» V, le volume du gaz, oxygène ou acide carbonique, laissé ou pris au passage par 100^{cc} de sang;

» P_g, le poids de 1^{lit} (1000^{gr}) de ce gaz : oxygène $= 1^{gr},429$; acide carbonique $= 1^{gr},976$;

» C_i, le coefficient de l'irrigation sanguine.

» Des deux coefficients que cette formule permet d'obtenir, le plus important, de beaucoup, est celui de l'absorption de l'oxygène. C'est aussi celui que l'on peut se procurer avec le plus d'exactitude, parce que l'extraction de l'oxygène du sang se fait facilement et sûrement. L'extraction totale de l'acide carbonique est plus difficile. Il y faut certaines conditions de temps et de chauffage qu'on ne réalise pas toujours d'une manière absolument égale, soit dans les opérations simultanées d'une même expérience, soit dans les temps successifs de cette expérience. Il faut aussi une certaine égalité dans les conditions où l'on place les parties de l'appareil qui subissent la réfrigération destinée à empêcher la distillation et le passage de l'eau avec les gaz, la présence de l'eau, en raison de la grande solubilité de l'acide carbonique, compliquant et rendant moins exact le calcul des résultats de l'analyse.

» Ces inconvénients s'atténueront au point de pouvoir être absolument négligés, dans les expériences ultérieures, avec les perfectionnements que

je me propose d'introduire dans mes appareils et mes procédés. En attendant, il faut se mettre en garde contre les erreurs possibles qui en résultent. Ce n'est pas que ces erreurs soient jamais bien sensibles; mais les conséquences qu'elles peuvent entraîner doivent être prises en très sérieuse considération, parce qu'elles ne tendent à rien moins qu'à changer le sens de l'interprétation de certains phénomènes. Ainsi, on est très facilement exposé à constater, suivant les conditions de l'extraction, une différence de $\frac{1}{4}$ de centimètre cube dans le dosage de l'acide carbonique que contiennent 25^{cc} de sang. Par exemple, on obtiendra seulement 15^{cc}, au lieu de $15^{cc},25$ et même davantage. Cela fait 60 pour 100 d'acide carbonique au lieu de 61 pour 100, différence suffisante pour intervertir la signification du rapport $\frac{CO^2}{O}$.

» *Détermination du coefficient de l'absorption du sucre.* — On recueille le sang dans une capsule et on l'analyse par le procédé ordinaire. Cette analyse fait connaître le poids du sucre contenu dans 1000^{gr} de sang artériel et de sang veineux. On en déduit par différence le poids du sucre enlevé à 1000^{gr} de sang pendant la traversée du tissu musculaire. Pour en tirer le coefficient de la consommation glycosique, c'est-à-dire la glycose supposée brûlée ou autrement retenue, en 1^m par 1^{gr} de tissu musculaire, il suffit de multiplier le poids de la glycose qu'abandonnent 1000^{gr} de sang par le coefficient de l'irrigation sanguine et de diviser par 1000.

» Voilà la méthode et les procédés à l'aide desquels j'ai commencé l'étude de la difficile question de Physiologie générale que je m'étais posée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur une correction à apporter au premier Mémoire de M.* Lagrange « *Sur les causes de variations diurnes du magnétisme terrestre* »; par M. **H. Faye.**

« Avant de présenter à l'Académie le Mémoire de M. Lagrange, j'aurais dû y introduire une correction que l'auteur m'avait signalée lui-même à temps, mais que j'ai malheureusement perdue de vue. Il s'agit d'une petite erreur de calcul dans le premier Tableau, page 1273 des *Comptes rendus*. La valeur de ξ, à 9^h Toronto, est de $139°8' (= 90° + 49°8')$, au lieu de $40°52' (= 90° - 49°8')$. Ceci fait disparaître une des irrégularités du Tableau I et entraîne d'autres corrections dont voici le tableau, et qui

ne portent en aucune manière sur les conclusions du premier Mémoire. Je m'empresse de les signaler à l'Académie, tout en regrettant que, par ma faute, le premier Mémoire de l'auteur ait besoin d'un errata.

» Page 1273, Tableau I, sur la ligne Toronto, *au lieu de* $72.17 \left\{\begin{matrix} 40.52 \\ 90 \end{matrix}\right\}$ *lisez* $\left\{\begin{matrix} 72.17 \\ 90 \end{matrix}\right\} 139.8$.

» Page 1274, Tableau II, sur la ligne Toronto, *au lieu de* $180 + 80.41$, *lisez* $180 - 17.35$.

» *Idem,* ligne 9 en remontant, *au lieu de* $12^\circ 51'$ à Paris, 9^h, *lisez* $12^\circ 51$ et $17^\circ 35'$ à Paris et Toronto 9^h.

» *Idem,* ligne 2 en remontant, *au lieu de* $32^\circ 26'$ $23^\circ 45'$ min., *lisez* $-3^\circ 27'$ min. $23^\circ 45'$.

» Page 1273, note (²), *au lieu de* 1843-1845, *lisez* 1846-48 et 1843-45. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Médecine et Chirurgie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Paul Bert.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 61,

M. Bouchard obtient	27 suffrages
M. Germain Sée	22
M. Villemin	12

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 61,

M. Bouchard obtient	32 suffrages
M. Germain Sée	22
M. Villemin	7

M. **Bouchard**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre du 23 février 1887. Énumération et description sommaire des appareils sismiques qui ont fonctionné.* Note de M. **Albert Offret**, présentée par M. Fouqué.

(Renvoi à la Commission des Tremblements de terre).

« Une des préoccupations principales des savants qui s'occupent de la question des tremblements de terre est d'arriver à la construction d'instruments susceptibles de constater les phénomènes et d'en enregistrer la marche. Or, pour atteindre ce but, il était essentiel de voir comment les sismographes actuellement employés avaient fonctionné le 23 février dernier. Cet examen était le principal objet de la mission dont j'étais chargé dans le midi de la France, en Suisse et en Italie. J'ai l'honneur d'en présenter les résultats à l'Académie.

» A Moncalieri, près Turin, on compte un *avertisseur électrique Denza*, un *avertisseur Cecchi* à sphère, un *sismoscope Cavalleri*, un *sismographe analyseur Cecchi* et enfin un tromomètre destiné à l'étude des mouvements microsismiques, dont nous ne nous occupons pas pour l'instant.

» L'*avertisseur électrique* est un pendule qui vient choquer des tiges horizontales, et ainsi se forme un courant qui déclenche un réveille-matin.

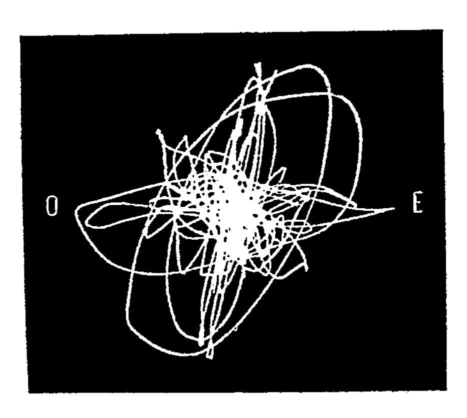
» L'*avertisseur à sphère* est un pendule renversé, surmonté d'un clou qui tombe au moindre mouvement. Ces deux appareils ont indiqué la secousse.

» Le *sismoscope Cavalleri* est une collection de six pendules enregistreurs de longueurs différentes, de $1^m,20$ à $0^m,20$. La réunion de ces pendules a pour but d'assurer, en cas de tremblement de terre faible, au moins le fonctionnement de celui qui est le plus en harmonie avec le mouvement terrestre. Dans le cas présent, tous les six ont donné sur des feuilles de papier enfumé, disposées horizontalement, des traces semblables à la figure ci-jointe. Le pendule de $0^m,80$ est celui qui a donné la courbe de plus grand diamètre. Le tracé de ces courbes compliquées montre qu'à certains moments le mouvement du pendule a brusquement changé de direction. Il prouve que les oscillations se sont faites principalement dans deux directions, l'une est-ouest, l'autre nord-sud. Les grands pendules ont surtout accusé le mouvement est-ouest et les petits le mouvement nord-sud. Le tracé que nous figurons est, en vraie grandeur, celui d'un pendule moyen de $0^m,60$. Il porte des indications sensiblement égales des deux mouvements.

» Quant au *sismographe analyseur Cecchi*, nous renvoyons au numéro des *Comptes rendus* (t. CIV, p. 887) qui contient la description de l'instrument qu'en a faite M. Denza et renferme la figure de la courbe obtenue.

» A Monza, le *sismoscope* original de M. Cavalleri est composé de dix pendules, le premier long de $1^m,15$ et les neuf autres longs de $0^m,22$ à $0^m,03$. Tous ont indiqué un mouvement nord 10° est; le premier seul a indiqué en plus un léger mouvement est 10° sud. Le tracé le plus étendu est celui du pendule de $1^m,15$: il est long de $0^{mm},6$.

» A Vérone, il existe trois pendules de 10^m, 3^m et $1^m,50$ qui ont laissé des traces de 15^{mm}, 5^{mm}, 3^{mm}. Dans le même observatoire se trouve le *sismographe Goiran*, composé d'un pendule principal et de quatre pendules annexes qui, dans leurs mouvements, déterminent des contacts électriques. Ils ont indiqué approximativement la direction nord-ouest-sud-est et l'heure de la secousse.



» A Venise, il existe un *sismographe analyseur Cecchi* qui a donné des résultats analogues à ceux de Moncalieri.

» A Florence, à l'observatoire de M. Cecchi, cinq pendules, dont les longueurs varient de $6^m,50$ à 38^{mm}, ont tous enregistré l'arrivée de la secousse. Les traces sont orientées principalement dans la direction nord-nord-est. Le tracé le plus long est de $34^{mm},5$; il a été fourni par un pendule de $2^m,20$ de long. Le pendule en question fait partie d'un appareil qui donne l'heure de la secousse au moyen d'un déclenchement produit par l'avertisseur à sphère Cecchi précédemment décrit. Le même appareil est muni d'une spirale oscillante qui a donné, avec un agrandissement de sept fois, une trace de $6^{mm},3$, due aux mouvements sussultoires. Nous l'appellerons *sismographe simple Cecchi*.

» Le même observatoire possède encore le *microsismographe Cecchi* à enregistrement continu. Cet appareil a fonctionné comme sismographe et a donné approximativement l'heure de la secousse.

» A l'observatoire de la Querce près Florence, M. Bertelli possède un pendule enregistreur de $2^m,50$, qui a donné une courbe de 56^{mm} (nord-ouest-sud-est) sur 48^{mm} (nord-est-sud-ouest).

» Le même observatoire possède un *isosismomètre Bertelli*, instrument composé d'un pendule qui, dans son mouvement, vient buter contre des tiges horizontales susceptibles de s'enfoncer. Cet instrument n'a donné que des résultats incertains.

» L'heure de la secousse a été fournie par deux avertisseurs. L'un est l'*avertisseur Bertelli*, composé d'un pendule dont la pointe pénètre dans une petite cavité produite

au milieu d'une surface de mercure par une saillie du fond d'une cupule. L'appareil est rendu très sensible grâce à deux spirales métalliques dont l'une sert de fil au pendule, pendant que l'autre porte la cupule. Au moment du contact, un courant électrique s'est établi et a arrêté une horloge. L'autre avertisseur est l'*avertisseur à disque* des frères Brassart, qui diffère de l'avertisseur à sphère Cecchi par le remplacement du clou mobile par un petit disque. En outre, il est disposé de façon que le disque, en tombant, vient fermer un circuit électrique. L'instrument a fait fonctionner un réveille-matin.

» A l'observatoire de San Lucca, près Bologne, M. E. Caturegli possède : 1° l'*avertisseur à sphère de Cecchi* dont le clou est tombé ; 2° l'*avertisseur Bertelli* qui a arrêté une horloge à secondes ; 3° un *avertisseur Malvasia* installé sur une dérivation du même circuit électrique. Il n'a pas fonctionné.

» Le même observatoire renferme un *isosismomètre Bertelli*, un *chronographe Compagnoli,* un *avertisseur à boules numérotées* de M. Bertelli. Ces appareils n'ont pas fonctionné ou ont donné des indications confuses.

» On y trouve encore un *sismographe Cecchi simple* dont le pendule de 1^m a laissé une trace nord-nord-ouest-sud-sud-est de 6^{mm} environ et un *microsismographe de Rossi.* Cet instrument se compose de cinq pendules d'inégales longueurs reliés entre eux par de petits fils de soie, au milieu desquels est suspendu un petit poids soutenu par un ressort en spirale et portant une pointe qui, dans ses mouvements, pénètre dans une cupule remplie de mercure. Au moment des contacts, un courant électrique se trouve établi et détermine l'inscription d'un point sur un papier enregistreur à mouvement continu. Cet instrument a donné quelques indications dans la journée du 23 février. Il est délicat, très sensible, mais il est malheureusement d'un réglage difficile et exige l'intervention d'un observateur expérimenté.

» A Rome, où le tremblement de terre a passé inaperçu de la population, deux appareils pourtant l'ont indiqué à l'observatoire de M. de Rossi : ce sont le *microsismographe de Rossi* et un autre instrument analogue connu sous le nom de *protosismographe.* Les avertisseurs de tous genres sont restés muets.

» Les observatoires de Naples, Ischia, Catane, situés en dehors de l'aire sismique, n'ont pas ressenti la secousse.

» Les instruments des nombreux petits observatoires sismiques italiens ayant fourni des indications analogues à celles des observatoires principaux, nous n'insisterons pas.

» En Suisse, à l'observatoire de Berne dirigé par M. Forster, le seul appareil qui ait fonctionné est le *sismochronographe* de M. Forster : il se compose d'un pendule renversé, mis en mouvement par les secousses horizontales et d'un fléau de balance dont l'un des bras peut osciller entre deux pointes métalliques sous l'effet des secousses verticales. A la moindre oscillation, il se produit un contact d'où résulte la fermeture d'un circuit électrique et l'arrêt d'une horloge à secondes.

» Les autres instruments sont : les *quilles* de M. Hagenbach, qu'un faible mouvement doit renverser sur un lit de sable ; le *pendule* à contact électrique de M. Amster-Laffon, instrument analogue à l'avertisseur électrique Denza, mais moins sensible ; le *pendule* muni d'une pointe enregistrante de M. Forel, et enfin le *séismomètre à mercure* de M. Forster. Ce dernier instrument se compose de deux tubes remplis de mercure qui doit déborder au moindre choc.

» En France enfin, à Perpignan, M. Fines possède le *sismographe simple Cecchi.* Le pendule s'est mis en marche, son tracé a 36^{mm} dans la direction est-ouest et 11^{mm} dans la direction nord-sud, mais l'horloge n'a pas été déclenchée. C'est le seul sismographe qui existe en France.

» En résumé, on peut dire que, dans toute l'étendue de l'aire sismique, tous les appareils, à un petit nombre d'exceptions près, ont fonctionné. Il nous reste à examiner la signification et la valeur des indications qu'ils ont fournies. »

VITICULTURE. — *Sur l'histoire du Phylloxera de la vigne.* Note de M. **P. de Lafitte.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« M. Donnadieu consacre une nouvelle Note ([1]) à sa théorie, d'après laquelle il existe « deux espèces de Phylloxera qui vivent en commensales sur la vigne, et qui peuvent être distinguées par les nòms de *Phylloxera vastatrix* (radicicoles) et de *Phylloxera pemphigoides* (gallicoles) ». M. Donnadieu signale, entre les deux espèces supposées, trois ordres de différences que nous allons examiner dans le même ordre que l'auteur.

» I. *Différences d'ordre anatomique.* — M. Donnadieu ne cite que des différences générales de forme, de taille, de couleur, et semble oublier que ces caractères n'ont aucune valeur spécifique. Chez toutes les espèces on trouve, sous ces divers rapports, des variations très étendues, qu'il s'agisse des êtres vivants ou des œufs; les œufs de la poule commune en offrent un exemple vulgaire et topique. De plus, l'auteur ne sait peut-être pas que toutes les différences qu'il signale, y compris l'absence de tubercules chez l'insecte né de l'*œuf d'hiver,* ont été reconnues, décrites et dessinées depuis longtemps, en particulier dans des travaux bien connus de l'Académie ([2]). Mais les auteurs de ces travaux ont vu, ce qui a échappé à M. Donnadieu, que ces formes dérivent les unes des autres au cours d'une suite ininterrompue de générations, de sorte qu'en observant ces générations successives depuis un *œuf d'hiver* jusqu'à l'un des ailés qu'on trouve dans sa

---

([1]) *Comptes rendus,* séance du 9 mai 1887.

([2]) Max. Cornu, *Enquête de l'Académie des Sciences pendant les années* 1873 *à* 1878. Paris, Gauthier-Villars, 1879. — G. Balbiani, *Le Phylloxera du chêne et le Phylloxera de la vigne.* Paris, Gauthier-Villars, 1884. — *Comptes rendus,* passim.

descendance, on rencontre toutes les formes diverses et on peut les ranger suivant un *cycle*, suivant une série de pondeuses agames dont chacune est la fille de celle qui la précède et la mère de celle qui la suit.

» M. Donnadieu a vu des ailés « plus grands et plus rouges », dont il fait les ailés du Phylloxera *pemphigoides;* cette couleur plus rouge fait songer au Phylloxera du chêne : l'auteur ne s'est-il pas trompé dans la détermination de l'insecte ?

» II. *Différences d'ordre physiologique ou biologique*. — L'insecte né de l'*œuf d'hiver*, ses filles, ses petites-filles prennent toujours une marche ascendante le long des sarments, nous le savions (¹); les insectes des générations suivantes se laissent tomber à terre pour pénétrer dans le sol, nous le savions encore (²); M. Donnadieu n'a donc fait en cela que confirmer les observations de ses devanciers. L'auteur y ajoute cependant ceci, que les insectes qui se laissent tomber seraient des « aptères *prêts à se transformer* (³) » : à se transformer en quoi? M. Donnadieu a-t-il *vu* un de ces insectes subir une transformation quelconque? Jamais! C'est donc une hypothèse, rien de plus.

» On trouve sur la souche, en octobre d'après M. Donnadieu, les aptères issus de l'*œuf d'invasion*, après qu'ils ont abandonné les feuilles pour les racines. Ces insectes ont été observés dès le mois d'août; et, bien loin qu'on n'y ait pas « attaché d'autre importance », ces insectes sont le sujet d'une question très étudiée sous le titre de *réinvasion du mois d'août*. L'Académie a recommandé cette étude à plusieurs *délégués* (j'ai l'honneur d'être l'un d'eux) qui lui ont rendu compte de leurs recherches (⁴) : tous s'accordent au fond à reconnaître que cette réinvasion s'explique par les faits connus, sans qu'il soit besoin de recourir à une théorie nouvelle.

» M. Donnadieu reprend une fois de plus, sans apporter d'ailleurs aucune explication nouvelle, l'hypothèse de l'*éclosion estivale* de l'œuf fécondé : je réponds encore que personne, M. Donnadieu pas plus que ses devanciers, n'a vu un œuf fécondé éclore en été ni en automne; n'a vu de sexués en été ni en automne, et que ce n'est là qu'une vue de l'esprit, démentie par les résultats négatifs des recherches persévérantes de M. Boiteau, de

---

(¹) Boiteau, *Comptes rendus*, 1876, 2ᵉ semestre, *passim*.
(²) Max. Cornu, *Comptes rendus*, séance du 13 octobre 1873.
(³) Souligné par l'auteur.
(⁴) *Comptes rendus*, 1879, 2ᵉ semestre; notamment aux séances suivantes : 21 juillet, 4 août, 8 septembre, 27 octobre, 3 novembre, 17 novembre.

Lichtenstein et d'autres observateurs dont tous les efforts sont restés vains. L'auteur déclare, pour la seconde fois, que « tous ceux qui le recherchent (l'*œuf d'hiver*) dans les vignobles non infestés de galles ne peuvent le trouver »; je réponds de nouveau que cela n'est pas exact, puisque les premiers *œufs d'hiver* trouvés, et en très grand nombre, l'ont été par M. Balbiani, dans des vignes françaises appartenant à M. Boiteau, et qui ne portent jamais de galles.

» La présence ou l'absence des galles sur telles ou telles vignes ne permet d'ailleurs de tirer aucune conclusion. Sur ce point, comme sur la *réinvasion du mois d'août*, la discussion peut être considérée comme épuisée tant qu'on ne produira pas quelque observation nouvelle.

» III. *Différences géographiques ou de localité*. — L'auteur n'en cite aucune, et se propose seulement de les résumer ailleurs : nous ne pouvons que lui donner acte de son projet et attendre la publication annoncée.

» M. Donnadieu termine sa Note en concluant « à cette dualité qui peut » gêner, sans doute, les promoteurs de quelques expériences commen» cées ». L'allusion est directe; je réponds que des hypothèses gratuites n'ont rien qui nous gêne, pas plus que des observations hâtives que l'auteur s'est refusé catégoriquement à laisser contrôler par le savant dont il prétend renverser les théories. »

M. L. **Van den Driessche** adresse un complément à ses Communications du 14 mars et du 25 avril dernier sur la maladie connue sous le nom de *Beriberi*.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. L.-E. **Bary** adresse, pour le concours du prix Fourneyron, trois Mémoires manuscrits sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission du prix Fourneyron.)

M. J. **Thoulet** adresse, pour le concours du prix Delesse, une Notice scientifique sur ses travaux géologiques et minéralogiques.

(Renvoi à la Commission du prix Delesse.)

Un **Anonyme**, dont le nom est renfermé dans un pli cacheté, adresse, pour le concours du prix de Chimie de la fondation Lacaze, un Mémoire por-

tant pour titre : « Analyse organique végétale. Extraction des alcaloïdes. Préparation de l'opium et de la morphine au moyen du pavot des champs ».

(Renvoi à la Commission du concours Lacaze.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes quadratiques crémoniens.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Après avoir étudié (*Comptes rendus,* 14 mars 1887) les propriétés d'une crémonienne quadratique isolée, je vais exposer comment de pareilles substitutions se combinent ensemble pour former des groupes quadratiques crémoniens.

» Soit G un pareil groupe, formé de crémoniennes

$$\begin{vmatrix} x_i & \varphi_i(\overset{a}{x}, \overset{b}{u}) \\ u_i & \psi_i(\overset{c}{x}, \overset{d}{u}) \end{vmatrix} = \begin{Bmatrix} a & b \\ c & d \end{Bmatrix} \qquad (i=1, 2, 3, \ldots)$$

les entiers $a, b, c, d \leq 2$. G pourra contenir par définition :

» 1° Des linéaires monistiques ou dualistiques

$$\begin{Bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{Bmatrix}, \quad \begin{Bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{Bmatrix};$$

» 2° Des crémoniques

$$\begin{Bmatrix} 2 & 0 \\ 2 & 1 \end{Bmatrix}, \quad \begin{Bmatrix} 2 & 1 \\ 2 & 0 \end{Bmatrix}, \quad \begin{Bmatrix} 0 & 2 \\ 1 & 2 \end{Bmatrix}, \quad \begin{Bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 2 \end{Bmatrix};$$

» 3° Des crémoniennes proprement dites

$$\begin{Bmatrix} 2 & 2 \\ 2 & 2 \end{Bmatrix}.$$

» Conservons toutes les notations employées dans la Communication

précitée, et appelons l une monistique

$$l = \left| \begin{array}{ll} x_1 & l_1 x_1 + m_3 x_2 \\ x_2 & l_2 x_2 \\ x_3 & l_3 x_3 + m_2 x_1 + m_1 x_2 \\ u_1 & l_2 l_3 u_1 - l_2 m_2 u_3 \\ u_2 & -l_3 m_3 u_1 + l_1 l_3 u_2 + (m_2 m_3 - l_1 m_1) u_3 \\ u_3 & l_1 l_2 u_3 \end{array} \right|,$$

$$m_i,\ l_i = \text{const.}, \qquad l_1 l_2 l_3 = 1 \qquad (i = 1, 2, 3, \ldots).$$

» Si j'omets les groupes quadratiques Cremona, cas particulier des crémoniens, déjà construits par moi ailleurs (*Comptes rendus*, 27 août 1883 et 3 mars 1884), la théorie des groupes quadratiques crémoniens G se résume en trois propositions.

» Théorème I. — *On obtient un groupe* G *en combinant ensemble, d'une façon quelconque, les substitutions canoniques* ϖ *et* ρ *avec la dualistique* e *et des monistiques* l. *Tout groupe* G *peut être obtenu par ce procédé en combinant convenablement* ϖ, ρ, e *et* l.

» Théorème II. — *La forme générale des substitutions* s *de* G *est la suivante :*

$$s = \left| \begin{array}{ll} x_1 & 2T_1T_4 \\ x_2 & 2T_4^2 \\ x_3 & -T_1T_2 - T_3T_4 \\ u_1 & 2T_2T_4 \\ u_2 & -T_1T_2 + T_3T_4 \\ u_3 & 2T_4^2 \end{array} \right|,$$

$$T_i = a_{i1} x_1 u_3 + a_{i2} x_2 u_1 + a_{i3} r_1 + a_{i4} x_2 u_3,$$
$$r_1 = x_2 u_2 - x_3 u_3 \quad . \qquad (i, j = 1, 2, 3, 4, \ldots),$$

$a_{ij} =$ const. de déterminant $\neq 0$.

» Faisons correspondre à s la substitution linéaire quaternaire

$$s' = \left| z_i \quad \sum_j a_{ij} z_j \right|, \qquad (i, j = 1, 2, 3, 4, \ldots).$$

La connaissance de s permet de construire immédiatement s', et réciproquement. Cela posé, il vient :

» Théorème III. — *Un groupe G dérivé des substitutions s est isomorphe avec holoédrie au groupe linéaire quaternaire G', dérivé des substitutions s'.*

» Puisque G est dérivé des substitutions ρ, ϖ, e, l, G' est dérivé des substitutions suivantes, correspondant respectivement à ρ, ϖ, e, l,

$$\varpi' = \begin{vmatrix} z_1 & z_4 \\ z_2 & z_3 \\ z_3 & z_2 \\ z_4 & z_1 \end{vmatrix}, \qquad \rho' = \begin{vmatrix} z_1 & -z_1 \\ z_2 & 2z_1 + z_2 \\ z_3 & z_3 \\ z_4 & -z_4 \end{vmatrix}, \qquad e' = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_1 \\ z_3 & -z_3 \\ z_4 & z_4 \end{vmatrix},$$

$$l' = \begin{vmatrix} z_1 & l_1^2 z_1 + l_1 m_3 z_4 \\ z_2 & l_2 l_3 z_2 - l_2 m_2 z_4 \\ z_3 & -l_1 m_2 z_1 - l_3 m_3 z_2 + l_1 l_3 z_3 + (m_2 m_3 - 2 l_1 m_1) z_4 \\ z_4 & l_1 l_2 z_4 \end{vmatrix};$$

ϖ' correspond à ϖ, ρ' à ρ, ...

» Comme on sait former le produit de deux substitutions s', on peut former immédiatement le produit de deux substitutions s, et le problème de la multiplication des crémoniennes se trouve résolu.

» G' n'est pas le groupe linéaire quaternaire général, car les substitutions s de G étant en contact ne changent pas l'équation

$$\sum_i u_i \, dx_i = 0 \qquad (i = 1, 2, 3),$$

et, par suite, les substitutions s' de G' n'altèrent pas l'*équation de contact*

$$z_2 \, dz_1 - z_1 \, dz_2 + z_3 \, dz_4 - z_4 \, dz_3 = 0.$$

» Pour que G soit d'ordre fini, il faut et il suffit que G' soit d'ordre fini. On est amené à chercher les groupes linéaires quaternaires d'ordre fini, dont les substitutions n'altèrent pas l'équation de contact. Cette recherche peut se faire par les méthodes de M. Jordan (*Journal de Crelle*, t. 84, et Mémoire couronné en 1880 par l'Académie de Naples), et les résultats seront exposés, s'il y a lieu, dans une Communication ultérieure.

» Mais il est un cas particulier où la construction de G' est immédiate : c'est celui où G est dérivé de ρ, e et l seulement, et G' de ρ', e' et l' seulement. Alors G' est isomorphe avec holoédrie au groupe linéaire ternaire G''

dérivé de

$$\rho'' = \begin{vmatrix} z_1 & -z_1 \\ z_2 & 2z_1 + z_2 \\ z_4 & -z_4 \end{vmatrix}, \quad e'' = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_1 \\ z_4 & z_4 \end{vmatrix}, \quad l'' = \begin{vmatrix} z_1 & l_1^2 z_1 + l_1 m_3 z_4 \\ z_2 & l_2 l_3 z_2 - l_2 m_2 z_4 \\ z_4 & l_1 l_2 z_4 \end{vmatrix}.$$

» A son tour, G″ est isomorphe au groupe linéaire binaire G‴ dérivé de

$$\rho''' = \begin{vmatrix} z_1 & -z_1 \\ z_2 & 2z_1 + z_2 \end{vmatrix}, \quad e''' = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_1 \end{vmatrix}, \quad l''' = \begin{vmatrix} z_1 & l_1^2 z_1 \\ z_2 & l_2 l_3 z_2 \end{vmatrix},$$

» Pour que G soit d'ordre fini, il faut et il suffit que G″ et G‴ le soient. Les groupes linéaires d'ordre fini ternaires ou binaires, comme G″ et G‴, ont été étudiés à fond par MM. Klein, Fuchs et Jordan, et leur construction effective ne présente aujourd'hui aucune difficulté. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une équation différentielle que l'on rencontre dans la théorie des orbites intermédiaires.* Note de M. **Andoyer**, présentée par M. Tisserand.

« Les équations qui, dans la théorie des orbites intermédiaires, définissent le rayon vecteur et la latitude se présentent sous la forme

$$\frac{d^2\rho}{dv^2} + R_1 \frac{d\rho}{dv} + R_2 \rho = R.$$

R, R_1, R_2 sont des fonctions de v et des quantités inconnues : ces dernières doivent être remplacées par des valeurs approchées, chaque fois que l'on procède à une nouvelle approximation. En outre, R ne contient aucun terme où ρ puisse se mettre en facteur. Toutefois, R renferme des termes de la forme $f\rho \sin(\lambda v - A)$, qu'il est impossible de négliger, même dans une première approximation. M. Gyldén a fait connaître une remarquable méthode pour tenir compte de la plus importante fraction de ces termes; en voici une autre qui permet de n'en négliger aucune partie.

» Supposons, par exemple, qu'on veuille déterminer l'orbite intermédiaire de la Lune, en ne négligeant aucun terme d'ordre supérieur au troisième, le rapport des moyens mouvements du Soleil et de la Lune étant considéré comme une petite quantité du premier ordre : l'équation se pré-

sente sous la forme suivante

$$\frac{d^2\rho}{d\varphi^2} + \alpha_1 \sin(\lambda\varphi - A)\frac{d\rho}{d\varphi} + [\beta_1 + \gamma_1 \cos(\lambda\varphi - A)]\rho + \delta_1 \int \rho \sin(\lambda\varphi - A)\, d\varphi = U_1,$$

où α_1, β_1, γ_1, δ_1, λ, A sont des constantes et U_1 une fonction connue.

» Différentions cette équation : nous la remplaçons par une équation du troisième ordre qui, si l'on fait abstraction du second membre et si l'on remplace $\lambda\varphi - A$ par $\lambda\varphi$, peut s'écrire

$$\frac{d^3\rho}{d\varphi^3} + 2\alpha \sin(\lambda\varphi - A)\frac{d^2\rho}{d\varphi^2} + (\beta + 2\gamma\cos\lambda\varphi)\frac{d\rho}{d\varphi} + 2\delta\sin\lambda\varphi = 0,$$

où α, β, γ, δ sont de nouvelles constantes.

» Cette équation a ses coefficients périodiques et holomorphes dans tout le plan.

» Donc, il existe au moins une intégrale périodique de seconde espèce, c'est-à-dire de la forme

$$e^{ri\varphi} f(\varphi),$$

où $f(\varphi)$ est une fonction périodique et holomorphe (*voir* FLOQUET, *Annales de l'École Normale supérieure*, 1883). La période de cette fonction est celle des coefficients, c'est-à-dire $\frac{2\pi}{\lambda}$. Grâce à la nature de l'équation dont il s'agit, on voit immédiatement qu'une seconde intégrale sera

$$e^{-ri\varphi} f(-\varphi);$$

enfin, une troisième intégrale sera périodique et paire, c'est-à-dire de la forme

$$(1) \qquad \tfrac{1}{2}a_0 + a_1\cos\lambda\varphi + a_2\cos 2\lambda\varphi + \ldots,$$

les coefficients a_0, a_1, ... étant faciles à calculer par la méthode des coefficients indéterminés.

» Les deux autres intégrales sont de la forme

$$(2) \qquad e^{ri\varphi}\left\{\begin{array}{l}\tfrac{1}{2}\alpha_0 + \alpha_1\cos\lambda\varphi + \ldots \\ \quad + \beta_1 \sin\lambda\varphi + \ldots\end{array}\right\},$$

$$(3) \qquad e^{-ri\varphi}\left\{\begin{array}{l}\tfrac{1}{2}\alpha_0 + \alpha_1\cos\lambda\varphi + \ldots \\ \quad - \beta_1 \sin\lambda\varphi + \ldots\end{array}\right\},$$

et les séries qui figurent dans ces formules sont absolument convergentes, comme la série (1).

» On peut déterminer r et les coefficients $\alpha_0, \ldots, \beta_0, \ldots$ par deux méthodes.

» La première est celle des coefficients indéterminés; elle est analogue à celle qu'a employée M. Lindstedt pour intégrer l'équation plus simple

$$\frac{d^2\rho}{dv^2} + (h + k \cos \lambda v)\rho = 0.$$

On détermine les inconnues par approximations successives, en négligeant les coefficients des séries (2) et (3) jusqu'à un certain rang.

» La deuxième méthode conduit à des résultats tout semblables à ceux obtenus par M. Bruns et M. Callandreau (*Astronomische Nachrichten*, nos 2533, 2547) par l'équation que je viens de rappeler.

» Si $\varphi(v)$ désigne une fonction impaire dont la dérivée se réduise à l'unité par $v = 0$, et qui vérifie l'équation proposée, on arrive à la formule

$$\cos \frac{2\pi r}{\lambda} = \varphi'\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right).$$

» On pourra, à l'aide de cette formule, déterminer r avec telle précision qu'on voudra; mais le calcul sera, en général, pénible. Cependant, dans certains cas, ce sera le seul moyen d'arriver sûrement au but et, en particulier, de distinguer si la quantité r est réelle ou imaginaire; en d'autres termes, si l'intégrale générale renferme des termes séculaires ou non.

» Les considérations précédentes, fondées uniquement sur les propriétés des équations linéaires à coefficients périodiques, s'appliqueraient, avec de légères modifications, aux cas où l'équation à intégrer n'aura pas la forme particulièrement simple que nous avons considérée. »

MÉCANIQUE. — *Au sujet d'une méthode de régulation et jaugeage du débit des canaux découverts.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Cette Note contient l'exposé d'une méthode de résolution automatique de problèmes relatifs au régime des canaux découverts. On peut vouloir dériver, en un point quelconque d'un canal principal, une dépense fixe et jaugée, et cela pour satisfaire, par exemple, aux conditions d'un abonne-

ment consenti sur la base d'une consommation journalière déterminée. C'est le *régulateur de débit*. On peut encore vouloir partager les eaux d'une artère entre plusieurs directions confluentes, et cela proportionnellement à des chiffres représentant, par exemple, les nombres d'hectares à irriguer. C'est le *partiteur*. Enfin, on peut désirer connaître la dépense Q instantanée d'un canal, ou la consommation totale pendant un temps $t_0 - t_1$. C'est le *compteur-indicateur ou totalisateur*. Une série de questions similaires ressortit à ces trois types.

» Le seul dispositif auquel on ait songé à rattacher ces diverses solutions est le déversoir, dont, *a priori*, il est impossible d'exiger une fonction véritablement automatique. En effet, la dépense Q de cet orifice se détermine en fonction de la largeur L et de la hauteur H de la nappe par la formule

$$(1) \qquad Q = KLH\sqrt{2gH}.$$

» Or : 1° K est un coefficient variable avec les données de l'expérience, et il convient, du reste, d'ajouter que ses diverses valeurs ont été rigoureusement établies pour tous les cas; 2° mais, en outre, la formule (1) suppose que le niveau du canal de fuite s'abaisse suffisamment au-dessous du seuil : s'il va se rapprochant de lui, s'il l'atteint, s'il le dépasse, la formule cesse de résulter des seules variations de H, elle se complique et exige l'intervention de nouvelles données variables. La détermination du régime d'un déversoir exige donc généralement l'attache et la surveillance d'un opérateur habile et ne peut résulter du jeu d'un appareil automatique.

» Je considère un barrage vertical, muni d'un orifice noyé sur les deux faces; la dépense Q dépend uniquement des niveaux H et H′ au-dessus des deux faces de l'orifice, par la formule

$$(2) \qquad Q = Ks\sqrt{2g(H - H')}.$$

» 1° Comme dans le cas précédent, il est permis de définir et même de limiter les variations du coefficient K; 2° mais, en définitive, la formule (2) est applicable à toutes les positions des niveaux, à toutes les variations du régime : en un mot, elle est générale. La dépense Q est une fonction définie de la différence (H − H′), *hauteur génératrice* du débit. J'adopte donc cette formule et j'imagine un mobile, dont le poids Π varie comme la hauteur génératrice (H − H′),

$$d\Pi = K\,d(H - H') \qquad \text{ou, en intégrant,} \qquad \Pi = K(H - H') + T.$$

» C'est une caisse découverte, à parois verticales, plongeant dans l'un des deux biefs et communiquant avec l'autre. A cet effet, à un niveau inférieur à l'orifice, la paroi verticale, formant barrage, est repliée à angle droit sous la caisse et forme une séparation horizontale des deux biefs. Un tube vertical, fixé au fond de la caisse, traverse, à frottement doux, cette séparation. Cette communication, ne donnant réellement lieu à aucun débit, ne produit aucune perte de charge, et le niveau intérieur de la caisse égale exactement celui du bief correspondant.

» *Régulateur de débit.* — Notre caisse mobile, équilibrée par un contrepoids constant, peut actionner la vanne de décharge du bief *régulateur* où elle flotte, et qu'on suppose réuni au canal par un orifice noyé. Ses mouvements verticaux ont dès lors pour effet de maintenir le niveau de ce bief auxiliaire à une distance fixe au-dessous du niveau du canal, et de régulariser ainsi le débit de l'orifice et, par suite, celui de la décharge.

» *Partiteur de débit.* — C'est la généralisation du problème précédent. Les dérivations convergentes sont précédées de biefs régulateurs, dont les caisses mobiles s'équilibrent deux par deux. L'artère principale débite donc dans toutes les directions sous des charges identiques, et, par suite, proportionnellement à la surface des orifices noyés.

» *Compteur-indicateur de débit.* — Le poids Π de notre caisse définit exactement la dépense Q de l'orifice noyé

$$\Pi = mQ^2 + m'.$$

Je la suspends à un brin flexible enroulé sur la gorge d'une poulie *circulaire* fort sensible. Le brin supportant le contrepoids destiné à lui faire équilibre s'enroule, d'autre part, sur la gorge d'une seconde poulie *spirale* portée sur le même axe que la première. Toute variation dans le poids de la cuve se traduit par une rotation déterminée du système. Mais, si l'on a soin de prendre précisément pour podaire de la spirale la courbe

$$\rho = m\omega^2 + m',$$

les écarts angulaires de l'aiguille représentent identiquement les dépenses, et l'équation du débit est à chaque instant résolue.

» *Intégrateur et enregistreur graphique.* — Le précédent mécanisme transmet à tous les points du brin soutenant la cuve mobile des déplacements verticaux proportionnels aux dépenses. Il est donc facile de suspendre en l'un de ces points, soit un chronomètre dont le plateau se meut verticalement contre la jante de la roulette des unités d'un compteur à

cadrans et imprime à cette roulette des rotations proportionnelles aux dépenses et aux temps $Q\,dt$; soit un style enregistrant sur un cylindre chronométrique tournant une courbe des dépenses dont l'aire représente la consommation pendant un temps déterminé.

» *Examen critique de la méthode.* — Je n'ai pas à m'appesantir ici sur celles, parmi les erreurs des appareils, qu'il est permis d'atténuer en équilibrant les vannes de décharge, en se plaçant toujours en eau stagnante, à l'abri des remous, enfin en assurant l'immersion des orifices. Je veux parler surtout des erreurs qu'on pourrait redouter de l'emploi d'une formule simplement approchée et empirique et dont on résume les imperfections en disant que le coefficient k de la dépense est une variable. Or ce coefficient dépend uniquement de la plus petite dimension des orifices, de la hauteur, et nullement de la largeur. Avec un même orifice et pour des hauteurs génératrices ou charges comprises entre 0^m et 3^m, ses variations sont inférieures à 2 pour 100 et deviennent insignifiantes si l'on maintient les charges entre 0^m et $0^m,20$. De plus, une charge de $0^m,20$ suffit à développer, d'une part, sur une caisse de 1^{mq} de section, une force motrice de 200^{kg}; à faire débiter, d'autre part, $12^{lit},5$ à la seconde ou 45^{mc} à l'heure par décimètre carré d'orifice. Un orifice rectangulaire de 1^m de largeur sur $0^m,10$ de hauteur débitera donc à l'heure 450^{mc} d'eau, et, la charge variant entre $0^m,01$ et $0^m,20$, le coefficient de la dépense oscillera entre 0,618 et 0,615 : c'est une constance pratiquement absolue. Les appareils décrits sont donc très robustes et très exacts.

» J'ai montré ici même (¹), en m'appuyant, à propos du compteur de vapeur, sur la grande autorité des expériences de M. Hirn au sujet de l'écoulement des gaz, qu'il est permis, entre certaines limites, de tirer des résultats absolument exacts de l'emploi des formules approchées du débit des fluides, et cela résulte simplement du droit donné au géomètre de se déplacer indifféremment sur une courbe ou sur sa tangente. »

PHYSIQUE. — *Loi générale des tensions de vapeur des dissolvants.* Note de M. **F.-M. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« La diminution moléculaire de tension de vapeur K d'une dissolution, c'est-à-dire la diminution relative de tension produite par 1^{mol} de substance

(¹) *Comptes rendus*, 12 juillet 1886.

fixe dans 100^{gr} d'un liquide volatil, peut se calculer au moyen de la formule suivante :

$$K = \frac{f - f'}{fP} \times M,$$

dans laquelle f est la tension de vapeur du dissolvant pur, f' la tension de vapeur de la dissolution, M le poids moléculaire de la substance dissoute, P le poids de cette substance en dissolution dans 100^{gr} de dissolvant; à la condition d'admettre que la diminution relative de tension $\frac{f - f'}{f}$ est proportionnelle à la concentration. Comme cette proportionnalité est rarement rigoureuse, même quand les dissolutions sont très étendues, je me suis attaché, dans ces études comparatives, à opérer sur des dissolutions ayant toujours à peu près la même concentration moléculaire et renfermant de 4^{mol} à 5^{mol} de substance fixe pour 100^{mol} de dissolvant volatil. Une plus grande dilution n'aurait pas permis des mesures suffisamment exactes. Toutes les expériences ont été exécutées par la méthode barométrique et conduites comme celles que j'ai faites sur les dissolutions éthérées (*Comptes rendus* du 16 décembre 1886). Les tubes étaient plongés dans un bain d'eau limité par des glaces parallèles, constamment agité et chauffé à volonté.

» Dans chaque cas, la température était choisie de telle sorte que la tension de vapeur du dissolvant pur fût d'environ 400^{mm} de mercure. Les mesures étaient effectuées de quinze à quarante-cinq minutes après l'agitation du contenu de chaque tube, la température étant constante.

» J'ai employé comme dissolvants douze liquides volatils différents, savoir : l'eau, le chlorure phosphoreux, le sulfure de carbone, le bichlorure de carbone (CCl^4), le chloroforme, l'amylène, la benzine, l'iodure de méthyle, le bromure d'éthyle, l'éther ordinaire, l'acétone, l'alcool méthylique.

» *Dans l'eau*, j'ai dissous les matières organiques suivantes : sucre de canne, glucose, acide tartrique, acide citrique, urée. Toutes ces substances y ont produit sensiblement la même diminution moléculaire de tension de vapeur : $K = 0,185$. J'ai, pour cette fois, laissé de côté les substances minérales; l'effet de ces substances a, en effet, été déterminé par des expériences suffisamment nombreuses et concluantes, exécutées par Wüllner (*Pogg. Ann.*, t. CIII à CX, 1858-1860), par moi (*Comptes rendus*, t. LXXXVII, 1878) et, tout récemment, par M. Tammann (*Wiedemann Ann.*, t. XXIV, 1885).

» *Dans les dissolvants autres que l'eau,* j'ai dissous des substances aussi peu volatiles que possible et, généralement, choisies parmi les suivantes : essence de térébenthine, naphtaline, anthracène, sesquichlorure de carbone (C^2Cl^6), salicylate de méthyle, benzoate d'éthyle, chlorure antimonieux, mercure-éthyle; acides benzoïque, valérianique, trichloracétique; thymol, nitrobenzine, aniline. L'erreur due à la tension de vapeur de ces composés peut souvent être rendue négligeable. La tension de vapeur des substances dissoutes est, en effet, considérablement réduite par leur mélange avec un grand excès de dissolvant; et, pour qu'elle n'exerce pas d'influence sensible sur les résultats, il suffit qu'elle ne dépasse pas 5^{mm} ou 6^{mm}, à la température de l'expérience.

» Les diminutions moléculaires de tension de vapeur, causées par ces différents corps dans un même dissolvant, se groupent constamment autour de deux valeurs, dont l'une, que j'appelle *normale,* est double de l'autre. La diminution normale y est toujours produite par les hydrocarbures simples et chlorés et par les éthers; la diminution anomale y est presque toujours produite par les acides. Il se trouve cependant des dissolvants dans lesquels tous les corps dissous produisent la même diminution moléculaire de tension : tels sont, par exemple, l'éther (*loc. cit.*) et l'acétone.

» Parmi les dissolvants volatils examinés, il y en a deux, l'eau et la benzine, dont j'ai étudié soigneusement l'abaissement du point de congélation (*Comptes rendus*, t. XCV à CI; et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e sér., t. XXVIII, et 6e sér., t. II et VIII). La comparaison des résultats obtenus montre que, *pour toutes les dissolutions faites dans un même dissolvant, il y a un rapport à peu près constant entre l'abaissement moléculaire du point de congélation et la diminution moléculaire de tension de vapeur.* Dans l'eau, ce rapport est égal à 100; dans la benzine, il est égal à 60, à $\frac{1}{20}$ près.

» Si l'on divise la diminution moléculaire de tension de vapeur K, produite dans un liquide volatil déterminé, par le poids moléculaire M' de ce liquide, le quotient obtenu $\frac{K}{M'}$ représente la diminution relative de tension qui serait produite par 1^{mol} de substance fixe dans 100^{mol} de dissolvant volatil. En effectuant ce calcul pour les valeurs *normales* de K, produites dans les divers dissolvants, par les matières organiques et les composés métalliques non salins, j'ai obtenu les résultats ci-après :

Dissolvant.	Poids moléculaire du dissolvant M′.	Diminution moléculaire normale de tension K.	Diminution de tension produite par 1^mol dans 100^mol $\frac{K}{M'}$.
Eau	18	0,185	0,0102
Chlorure phosphoreux	137,5	1,49	0,0108
Sulfure de carbone	76	0,80	0,0105
Bichlorure de carbone (CCl^4)	154	1,62	0,0105
Chloroforme	119,5	1,30	0,0109
Amylène	70	0,74	0,0106
Benzine	78	0,83	0,0106
Iodure de méthyle	142	1,49	0,0105
Bromure d'éthyle	109	1,18	0,0109
Éther	74	0,71	0,0096
Acétone	58	0,59	0,0101
Alcool méthylique	32	0,33	0,0103

» Les valeurs de K et de M′, consignées dans ce Tableau, varient dans le rapport de 1 à 9; malgré cela, les valeurs de $\frac{K}{M'}$ varient fort peu et restent toujours voisines de la moyenne 0,0105. On peut donc dire :

» 1^{mol} *de substance fixe, non saline, en se dissolvant dans* 100^{mol} *d'un liquide volatil quelconque, diminue la tension de vapeur de ce liquide d'une fraction à peu près constante de sa valeur, et voisine de* 0,0105.

» Cette loi est tout à fait analogue à celle que j'ai énoncée, en 1882, relativement à l'abaissement du point de congélation des dissolvants. Les anomalies qu'elle présente s'expliquent, pour la plupart, en admettant que, dans certains liquides, les molécules dissoutes peuvent être formées de deux molécules chimiques. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité du cyanogène comparée à sa réfraction.* Note de MM. **J. Chappuis** et **Ch. Rivière**, présentée par M. H. Debray.

« Pour terminer notre travail sur la réfraction du cyanogène et comparer les indices mesurés aux poids spécifiques correspondants, nous avons dû étudier la compressibilité de ce gaz, sur lequel Regnault n'a fait, incidemment, que quelques mesures fort incomplètes.

» Nous avons opéré à diverses températures comprises entre 0° et 30°, et sous des pressions variant de 1^{atm} à 4^{atm}.

» Pour chaque température, la variation du poids spécifique d avec la pression p peut se représenter convenablement par une formule à trois termes ([1]) de la forme

$$d = Ap(1 + \alpha p + \beta p^2).$$

» Les coefficients A, α, β varient d'ailleurs assez rapidement avec la température, comme le montre le Tableau suivant, où nous avons inscrit quelques-unes des valeurs obtenues, la pression p étant évaluée en mètres de mercure :

Températures.	A.	α.	β.
0°	10462	0,0252	0,00365
7,55	10162	0,0248	0,00270
16,55	9837	0,0237	0,00170
27,62	9457	0,0225	0,00090

» La différence entre les valeurs de d calculées et les valeurs mesurées sont de l'ordre des dix-millièmes et atteignent très rarement $\frac{1}{1000}$.

» Dans une précédente Note ([2]), nous avons résumé nos expériences de réfraction en représentant par une formule à deux termes, comme l'avaient fait nos devanciers, la relation qui lie l'indice à la pression; il en résulte que les formules que nous avons publiées à ce sujet ne peuvent être comparées immédiatement à celles que nous donnons aujourd'hui.

» Dans ces conditions, nous avons adopté la méthode de comparaison suivante, qui nous a semblé à la fois simple et démonstrative.

» Chacune de nos expériences de réfraction donne directement la variation d'indice correspondant à une variation de pression déterminée toujours très faible; le rapport de ces deux variations peut être assimilé à la dérivée $\frac{\partial(n-1)}{\partial p}$ pour la pression moyenne de l'expérience. Il est d'ailleurs facile de calculer, à moins d'un millième près, à l'aide des formules qui résument nos expériences de compressibilité, la valeur de la dérivée $\frac{\partial d}{\partial p}$, pour la même température et la même pression.

([1]) Malgré les limites restreintes de pression entre lesquelles sont comprises nos observations, une formule à deux termes serait tout à fait insuffisante pour en représenter les résultats.

([2]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 37.

» Le quotient de ces deux dérivées a été calculé pour chacune des expériences de réfraction ; les valeurs en sont consignées dans le Tableau suivant pour une partie de nos observations :

Températures.									Moyennes.
0°	3566	3553	3568	3555	3561	3567	3566		3565
	3572	3556	3567	3581	3569	3566	3570		
9,50	3555	3550	3574	3552	3557	3547			3555
14,00	3566	3561	3560	3556	3561	3563	3578	3576	3565
25,00	3553	3559	3558	3568	3574	3574			3564
35,00	3550	3564	3551	3551	3557	3557	3565		3556

» Ces différents quotients correspondent dans chaque série à des pressions croissantes ; il ressort de ces nombres, puisqu'on n'y remarque aucune variation régulière, que le quotient qu'ils représentent et, par suite, le rapport $\frac{n-1}{d}$ doivent être considérés comme constants et indépendants non seulement de la pression, mais même de la température.

» Il résulte donc de nos expériences sur le cyanogène, comme de nos recherches sur l'acide carbonique et sur l'air, que la loi

$$\frac{n-1}{d} = \text{const.}$$

se vérifie même pour les gaz les plus facilement liquéfiables, dans les limites où nous les avons étudiés.

» D'ailleurs, les différences entre les nombres auxquels conduit cette loi et les résultats numériques que donnent les autres formules, telles que $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d} = \text{const.}$, qu'on a proposé de lui substituer, restent encore d'un ordre de grandeur inférieur à celui des erreurs que l'on peut commettre dans la mesure des indices par la méthode que nous avons employée; et cependant, dans nos expériences, les écarts entre les résultats observés et les nombres calculés par la formule $\frac{n-1}{d} = \text{const.}$ sont bien inférieurs à ceux qui avaient été jusqu'à présent constatés. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la polarisation du cuivre par l'extension de sa surface de contact avec un liquide conducteur.* Note de M. **Krouchkoll**, présentée par M. Lippmann.

« On connaît les expériences de M. Lippmann sur la polarisation qu'éprouve le mercure lorsqu'on augmente sa surface de contact avec un liquide conducteur. Je me suis proposé de rechercher si ce phénomène ne s'étend pas aux métaux solides et à certaines substances organiques extensibles et rendues conductrices, telles que la gélatine et l'albumine coagulée. Mes premières expériences qui font l'objet de cette Note ont porté sur le cuivre en contact avec l'eau distillée ou avec l'eau contenant 2 pour 100 de sulfate de soude ordinaire.

» Un fil de cuivre recuit est tendu dans un tube de verre rempli de liquide et bouché aux deux extrémités par des tampons de coton. L'une des extrémités du fil est pincée dans une borne fixe, l'autre, dans une borne fixée sur un tambour mû à l'aide d'un levier. On peut ainsi étendre le fil dans l'eau sans qu'il cesse d'être mouillé. Le tube de verre passe dans un autre plus large, également rempli d'eau, et tous les deux communiquent entre eux par de petits trous percés dans le tube central. Le tube extérieur contient une électrode témoin et peut être mis en communication, à l'aide d'un siphon, avec un vase contenant une électrode impolarisable (une lame de cuivre plongeant dans du sulfate du même métal). Si l'on réunit aux bornes d'un électromètre capillaire l'électrode témoin et le fil soumis à l'extension, on constate que ce dernier devient négatif au moment où il s'allonge. On peut s'assurer que ce phénomène n'est pas un phénomène thermo-électrique. En effet, si l'on chauffe directement le tube central (celui-ci dépasse le tube extérieur qui ne couvre que le milieu du tube central), on observe que le sens du phénomène thermo-électrique est contraire au précédent : le fil devient positif.

» Si l'on polarise fortement le fil tendu, on constate que, pour une certaine polarisation, le sens du phénomène est renversé : l'extension rend le fil positif. Il est aisé de mesurer la force électromotrice de polarisation, par une méthode de réduction à zéro, sans supprimer le courant polarisant. Pour cela, je polarise le fil en me servant de l'électrode impolarisable et je le compare à l'électrode témoin, en compensant la force électromotrice à l'aide d'une dérivation prise sur une pile étrangère, dérivation qui contient l'électromètre.

» Le renversement a lieu, pour le cuivre en contact avec l'eau distillée, lorsque la force électromotrice de polarisation atteint la valeur de $1^{volt},27$, et, pour le cuivre en contact avec l'eau contenant 2 pour 100 de sulfate de soude, la force électromotrice correspondant au renversement a été, dans deux expériences, de $0^{volt},304$ et de $0^{volt},348$.

» Il y a donc, pour le cuivre en contact avec un liquide conducteur, une force électromotrice de polarisation pour laquelle la variation de la surface du métal ne produirait aucun effet électrique.

» Dans l'hypothèse de la couche double, ces phénomènes s'expliquent facilement : la force électromotrice de polarisation, correspondant au point où l'effet dû à l'extension de la surface du métal est nul, représente la force électromotrice vraie du contact du métal et du liquide. Les nombres cités plus haut représenteraient donc les forces électromotrices vraies du contact du cuivre et des liquides.

» En formant un couple cuivre-eau-mercure et en mesurant sa force électromotrice, on pourra avoir la force électromotrice vraie de contact du cuivre et du mercure.

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de remettre à l'Académie les résultats de mes expériences avec d'autres métaux ductiles (1). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Note sur un coup de foudre,* transmise par M. le **Ministre des Postes et Télégraphes.**

« Le 24 avril 1887, à Mortrée (Orne), éclata, entre 3^h et 7^h du soir, un orage d'une extrême violence, qui donna naissance à une série de phénomènes assez curieux.

» Le fil télégraphique, à 1^{km} du bourg, sur la route d'Argentan, fut haché sur une longueur de 150^m environ. Les morceaux étaient tellement calcinés qu'ils semblaient avoir été soumis au feu d'une forge. Certains d'entre eux, un peu plus longs que les autres, furent pliés et leurs branches soudées entre elles.

» Ni les poteaux ni les isolateurs n'ont été endommagés.

» Bien que la ligne ne soit qu'à 2^m à peine des grands arbres qui bordent la route, ceux-ci ont été également épargnés. L'un d'eux, cependant, pré-

(1) Les expériences ont été exécutées au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

sentait des écorchures sur l'écorce du tronc; en outre, la terre, autour des racines, était labourée et comme trouée avec le bout d'une canne.

» Au bureau du télégraphe, la receveuse avait mis son paratonnerre à la terre. Malgré cette précaution, il se produisit dans la pile une décharge accompagnée d'une vive lumière et comparable à une détonation d'arme à feu, mais qui, d'ailleurs, n'occasionna aucun dérangement.

» La section de conducteur détruite était située à la croisée de deux chemins. En face du point de rupture, la foudre pénétra par la cheminée dans une maison et sortit dans la rue en perçant un mur en briques de trois trous, au ras du sol. Durant ce trajet, elle déplaça une chaufferette. La maçonnerie perforée était couverte de plâtre extérieurement; de nombreux morceaux de cet enduit furent détachés, puis projetés contre un carreau d'une maison située en face de la première, de l'autre côté de la route.

» Derrière cette habitation, une personne était dans une étable et se disposait à traire une vache. Une boule de feu entre par la porte, passe entre les jambes de l'animal et disparaît sans laisser de traces et sans causer de dégâts. La vache mugit affreusement et, sous l'influence de la peur ou d'une commotion, elle se dressa sur les pattes de derrière et engagea celles de devant dans les barreaux du râtelier. Quant à son maître, il abandonna seau, lait et le reste et vint presque s'évanouir dans les bras de sa famille. Il n'avait d'ailleurs aucun mal.

» Il me reste à signaler un dernier phénomène. Il s'agit de fragments de pierres incandescentes qui tombèrent en assez grande quantité devant une maison voisine, au moment précis où avaient lieu les effets décrits ci-dessus. Quelques-uns de ces fragments, gros au plus comme une noix, sont d'une matière très peu dense, d'un blanc grisâtre et qui s'écrase facilement sous le doigt, en dégageant une odeur de soufre bien caractérisée. Les autres, plus petits, ont tout à fait l'aspect du coke.

» Il n'est peut-être pas inutile de dire que, pendant cet orage, les coups de tonnerre n'étaient pas précédés des roulements habituels; ils éclataient brusquement comme des décharges de mousqueterie et se succédaient à de courts intervalles. La grêle est tombée en abondance, et la température était fort basse. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un coup de foudre observé à Eza (Alpes-Maritimes).* Note de M. **Hubert**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Eza, 17 mai 1887.

» La nuit du 13 au 14 mai, un orage terrible éclata sur le petit village d'Eza, perché sur le flanc d'un pic qui domine la Méditerranée, à une altitude de 500^m, et qui est entouré des forts, encore plus élevés, qui commandent la frontière d'Italie, entre Eza et Menton. Au sommet du pic, il reste les ruines d'un vieux château du temps des Romains, à 80^m plus bas, l'église du village, entourée d'une cinquantaine de maisons enceintes dans une ligne de fortifications construites au moyen âge contre les excursions des Sarrasins.

» Le tonnerre s'avançait à coups redoublés, au milieu d'une bourrasque violente de pluie et de grêle qui faisait tout trembler, si bien qu'au premier moment tout le monde crut à un nouveau tremblement de terre, comme celui que nous avons éprouvé il y a deux mois. Mais bientôt deux coups terribles se font entendre en même temps que l'éclair brille d'un éclat sans pareil, et sont suivis chacun d'un craquement épouvantable.

» Au lever du jour, chacun sort de chez soi et l'on accourt sur la scène du désastre : c'était navrant.

» L'un des coups avait effondré un versant du toit de l'église et labouré l'autre à plusieurs places, cassé les vitres, puis, se partageant entre trois des tuyaux de descente des eaux pluviales, les avait fondus, tordus, brisés, projetés au loin ; enfin, arrivé en bas, l'un des courants avait abouti à la citerne, sous la sacristie ; un autre s'était perdu dans le sol et le troisième, après avoir brisé le trottoir en ciment, s'était creusé un trou de près de 1^m de profondeur sur 40^m de diamètre, et avait continué ses ravages en fendant du haut en bas le mur de soutènement qui fait partie, en cet endroit, de l'ancienne enceinte fortifiée.

» L'autre coup avait produit un effet encore plus terrible : il avait renversé une partie des ruines de l'ancienne construction romaine faisant crête au sommet du pic, en dessous avait fait éclater une partie du rocher d'environ 20^{mc}, et l'avait projetée dans toutes les directions, jusqu'à une distance de 100^m. Les flancs de la montagne étaient jonchés de ces débris, la place de l'Église couverte à ne pas trouver un point où mettre le pied, les toits des maisons d'alentour crevés comme à la suite d'un bombardement,

et jusqu'au chemin et aux champs voisins où l'on voyait encore des pierres disséminées. Il y en avait de toutes grosseurs, depuis quelques blocs de près de 1^m jusqu'à des cailloux, et des ruisseaux de sable dans les ravins.

» Ce qui dépasse tout, c'est, à côté de cette partie, qui a fait comme une explosion, une autre partie détachée de la montagne par une fente oblique, large et profonde, sur une longueur de 20^m. Si cette partie, mesurant plusieurs centaines de mètres cubes, venait par un ébranlement quelconque à glisser sur la surface déclive, elle pourrait produire encore de plus grands désastres.

» Après l'exposé de ces effets terribles de la foudre, il me reste à poser une question aux météorologistes : Ne serait-il pas prudent d'installer un paratonnerre sur le sommet du pic, avec une chaîne assez longue pour conduire la foudre au fond du ravin, car il n'y a pas d'eau sur ce sol rocheux ?

» Les établissements du génie qui nous dominent n'ont rien, en effet, sans doute parce qu'ils en sont munis. C'est dans un de ces forts, celui dit de la Tête-de-Chien, qu'au dernier tremblement de terre le guetteur, qui avait voulu interroger par le télégraphe son collègue du fort voisin, avait ressenti une si violente secousse qu'il en avait eu le bras paralysé. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les iodures doubles de cuivre et d'ammoniaque.* Note de M. **André Saglier**, présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication (¹), j'ai indiqué une méthode générale de préparation des iodures cupro-ammoniques. En dehors des corps déjà connus, cette méthode m'a permis d'obtenir un nouveau composé cuprosocuprique $2AzH^3, CuI^2, CuI$, correspondant au composé chloré $2AzH^3, Cu^2Cl, CuCl$.

» L'analogie entre les composés iodés et chlorés eût été complète, si l'on avait pu préparer des iodures doubles de même constitution que le chlorure au minimum Cu^2Cl, AzH^4Cl obtenu par M. Dehérain et le chlorure cuivrique $AzH^3, CuCl, AzH^4Cl$ de Ritthausen.

» Mes essais ont porté sur cette recherche, et, en faisant réagir dans diverses conditions l'oxyde de cuivre hydraté sur une solution d'iodure d'ammonium, contenant ou non un excès d'iode, j'ai réussi à obtenir une

(¹) *Comptes rendus,* juin 1886.

nouvelle série de composés au minimum et au maximum correspondant aux chlorures doubles cités plus haut.

» I. Si l'on dissout dans environ deux fois son poids d'eau 100gr d'iodhydrate d'ammoniaque, et que l'on additionne cette dissolution de 10gr à 15gr d'oxyde de cuivre hydraté, une partie de cet oxyde se dissout, même à la température ordinaire; à chaud, la dissolution est presque complète. Si l'on maintient la liqueur à l'ébullition en présence d'un grand excès de cuivre en tournure, sa coloration devient de moins en moins foncée et finit même par disparaître. La réduction du composé cuivrique est alors complète, mais, le corps obtenu étant extrêmement soluble, il est nécessaire de pousser la concentration de la liqueur jusqu'au moment où son volume est réduit des trois quarts. Dans ces conditions, après quelques heures d'un refroidissement très lent, on voit apparaître au fond du vase de longues aiguilles blanches très nettes, pouvant atteindre 2cm de longueur. Séchés rapidement sur une plaque poreuse, ces cristaux ont donné la composition centésimale suivante, qui correspond à la formule Cu^2I, AzH^4I, HO.

	Trouvé.	Théorie.
Cuivre	18,29	18,42
Iode	73,49	73,72
Ammoniaque	5,12	5,22

» Ces cristaux ne peuvent se conserver que dans leur eau-mère, et, même dans ces conditions, au bout de quelques jours, ils ne tardent pas à brunir. A l'air, ce composé perd de l'ammoniaque et de l'iodhydrate d'ammoniaque; chauffé, il se décompose à une température peu élevée et laisse un résidu d'iodure cuivreux. L'eau et l'alcool le décomposent, l'ammoniaque le dissout. Traitée par l'eau, la dissolution de ces cristaux dans leur eau mère précipite de l'iodure cuivreux; l'eau exerce du reste la même action sur les cristaux. A l'air, cette eau mère brunit et laisse déposer des cristaux noirs du composé au maximum AzH^3, CuI, AzH^4I, 2HO.

» II. Si, après filtration, on abandonne au refroidissement la dissolution bouillante d'oxyde de cuivre dans l'iodure d'ammonium, préparée dans les proportions indiquées ci-dessus, on obtient une cristallisation assez abondante d'aiguilles noires, tapissant les parois du cristallisoir. Ces cristaux se conservent bien dans leur eau mère, mais s'altèrent rapidement à l'air. Leur composition correspond à la formule

$$AzH^3,\ CuI,\ AzH^4I,\ 2HO,$$

comme le montrent les nombres suivants :

	Trouvé.	Théorie.
Cuivre	8,74	8,84
Iode	70,77	70,79
Ammoniaque	9,24	9,48

» D'un très beau noir par réflexion, ces cristaux offrent par transparence une coloration vert intense; insolubles dans l'eau et l'alcool, ils se dissolvent, quoique difficilement, dans l'ammoniaque, qui abandonne, par refroidissement, des cristaux bleus d'iodure cuprico-ammonique $2AzH^3$, CuI, HO. La chaleur les décompose, et l'iodure cuivreux est le dernier terme de cette décomposition.

» III. Si, comme dissolvant de l'oxyde de cuivre, on emploie, non plus l'iodure d'ammonium, mais le diiodure, on obtient un composé de même constitution que le précédent, mais renfermant le groupe AzH^4I^2 à la place du groupe AzH^4I, associé au groupe cuprico-ammonique AzH^3CuI. A la dissolution d'iodure d'ammonium on ajoute de l'iode à raison de $1^{éq}$ d'iode pour $1^{éq}$ d'iodhydrate dissous; la liqueur est ensuite traitée comme ci-dessus, mais il est avantageux d'opérer avec des solutions plus diluées : les cristaux qui se forment dans ces conditions sont plus nets et de plus grandes dimensions. Le composé obtenu est d'un noir légèrement violacé, rouge par transparence; il se présente comme le précédent, sous la forme d'aiguilles ou de lamelles. Sa composition correspond à la formule AzH^3, CuI, AzH^4I^2, 6HO.

	Trouvé.	Théorie.
Cuivre	6,21	6,32
Ammoniaque	6,54	6,78
Iode	75,80	75,92

» Quoique moins altérable que le corps précédent, ce composé ne peut se conserver à l'air; il se décompose de même sous l'action de l'eau et se dissout, mais difficilement, dans l'ammoniaque étendue. Tous deux sont décomposés par la potasse, qui précipite de l'oxyde noir de cuivre; le sel, au minimum, traité de même, donne au contraire un abondant précipité d'oxydule de cuivre ([1]). »

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers.

CHIMIE. — *De l'action de la chaleur sur les argiles.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Les silicates d'alumine hydratés (argiles, kaolins, etc.), malgré l'importance qu'ils tirent de leur abondance dans la nature, ainsi que de leurs nombreux usages industriels, sont encore peu connus au point de vue de leur constitution chimique. Ils forment généralement des mélanges trop complexes pour que l'analyse chimique puisse fournir à elle seule aucune donnée précise sur leur nature. J'ai pensé qu'en étudiant la température de déshydratation de ces corps on pourrait peut-être arriver à caractériser un petit nombre d'espèces chimiques et à distinguer la présence de chacune d'elles dans les divers mélanges.

» Si l'on échauffe rapidement une petite quantité d'argile, il se produit, au moment de la déshydratation, un ralentissement dans l'élévation de température; ce point d'arrêt peut être utilisé pour établir une distinction entre les divers silicates d'alumine hydratés. L'expérience montre en effet que la position de ce point d'arrêt dans l'échelle des températures est sensiblement indépendante des conditions de l'expérience, notamment de la vitesse d'échauffement. C'est un résultat semblable à celui que j'ai déjà signalé pour la cuisson du calcaire. Ce fait tient à ce que la vitesse des réactions chimiques, aussitôt qu'elle a une valeur notable, prend des accroissements énormes pour de très faibles élévations de température.

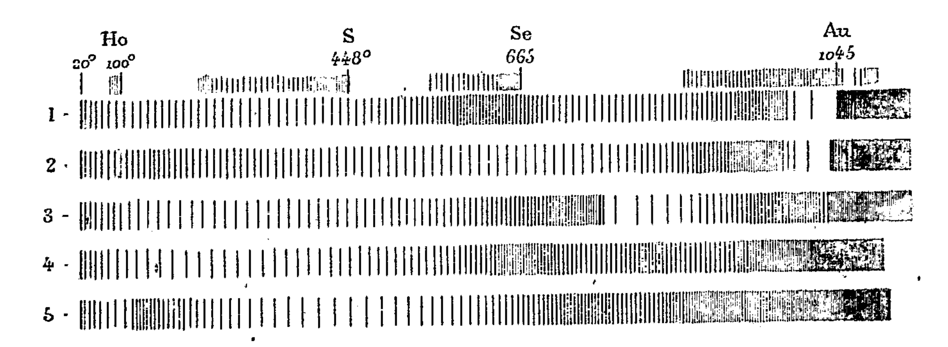
» Dans ces expériences, j'ai employé, pour la mesure des températures, le couple thermo-électrique Pt pur, Pt + 10 pour 100 Rh, qui m'avait déjà servi dans des recherches antérieures. Les observations ont été enregistrées par la méthode photographique. Une étincelle d'induction éclatant à intervalles réguliers de deux secondes donne, après réflexion sur le miroir du galvanomètre, des images dont la distance mesure précisément la vitesse d'échauffement. La soudure du couple était placée au milieu d'une petite masse d'argile enfermée dans un cône de platine de 5^{mm} d'ouverture contenu lui-même dans un creuset plus grand rempli de magnésie calcinée et chauffé dans un four Forquignon. Dans les conditions où j'ai opéré, la température mettait dix minutes pour monter à 1000°, ce qui correspond à une vitesse moyenne d'échauffement de 4° pour deux secondes. La graduation du couple a été faite en prenant comme points fixes la fusion ou l'ébullition des corps suivants :

Ho.	S.	Se.	Au.
100	448	665	1045

» Le premier résultat de ces expériences a été de montrer que, pendant l'échauffement des argiles, on n'observe pas seulement des ralentissements correspondant à la déshydratation, mais parfois aussi de brusques accélérations indiquant la production de phénomènes accompagnés d'un dégagement de chaleur.

» La comparaison d'observations ayant porté sur un très grand nombre d'argiles a fait voir de plus que la complexité de ces corps est beaucoup moindre qu'on n'aurait pu le craindre. On peut les rapporter à cinq types bien tranchés, ne présentant jamais, au moins dans les échantillons que j'ai eus entre les mains, de passage graduel de l'un à l'autre. Ces échantillons provenaient de la collection de Minéralogie de l'École des Mines ou de la collection Adam qui appartient également à l'École des Mines.

» Le dessin ci-dessous, calqué sur mes clichés photographiques, donne un exemple de la loi d'échauffement observée pour chacun de ces cinq types. La ligne du haut est la reproduction des expériences faites pour la graduation du couple. Au moment de la fusion ou de la vaporisation, la température reste stationnaire, ce qui amène la superposition de plusieurs images consécutives de l'étincelle. Le trait ainsi renforcé a été un peu allongé sur le dessin pour le rendre plus net. Les lignes suivantes, numérotées de 1 à 5, se rapportent aux divers silicates d'alumine hydratés.



» N° 1. *Halloysite* de Miglos (Ariège). — On observe un premier ralentissement peu marqué entre 150° et 200°; un second ralentissement très important finissant à 700° et enfin une accélération brusque commençant à 1000°.

» Des clichés identiques ont été obtenus avec des argiles sédimentaires

ou argiles chimiques des provenances suivantes : *argile réfractaire* de Forges (Seine-Inférieure) et de Bolène (Vaucluse); *argile plastique* de Gentilly (Seine); *halloysites* d'Angleur (Belgique), de Russie, de Miglos (Ariège), de Laumède (Dordogne), de Huelgoat (Finistère), de Breteuil (Eure); *bauxite blanche* siliceuse de Brignoles (Var); *lenzinite* de la Vilate (Haute-Vienne), de l'Eifel (Allemagne); *savon blanc* de Plombières (Vosges); *sévérite* de Saint-Sever (Landes).

» N° 2. *Allophane* de Saint-Antoine (Oise). — Le seul ralentissement net est situé entre 150° et 220°; il se produit comme précédemment une accélération brusque à 1000°.

» Les mêmes résultats ont été obtenus avec les *allophanes* de Saint-Antoine (Oise), de Vizé, de l'Utah (Amérique) et la *collyrite* des Pyrénées.

» 3. *Kaolin* cristallisé de Red Mountain (Colorado). — On observe un seul ralentissement très marqué qui se termine à 770° et une légère accélération vers 1000° qui varie d'importance d'un échantillon à l'autre. Cette dernière doit sans doute être attribuée à la présence d'une petite quantité d'argile colloïdale dont l'existence dans les kaolins a été signalée par M. Schlœsing.

» Des résultats semblables ont été obtenus avec divers kaolins de France et de Chine.

» N° 4. *Pyrophyllite* de Beresow (monts Ourals). — On observe un premier ralentissement assez net finissant à 700° et un second douteux à 850°.

» Une pagodite de Chine s'est comportée de la même façon.

» N° 5. *Montmorillonite* de Saint-Jean de Côle (Dordogne). — Un premier temps d'arrêt très important finit vers 200°, un second moins marqué à 770° et un troisième douteux à 950°. On ne voit aucun dégagement de chaleur comme avec les halloysites du premier groupe, dont quelques-unes, par leurs caractères physiques et la nature de leur gisement, semblent se rapprocher des *montmorillonites*.

» Des clichés semblables ont été obtenus avec les *montmorillonites* de Saint-Jean de Côle (Dordogne), de Confolens (Charente), la *confolensite* de Confolens (Charente); la *stéargilite* de Poitiers (Vienne); la *cymolite* de l'île Cymolis (Grèce) et les *argiles smectique* de Reigate (Angleterre) et de Styrie. Avec ces deux dernières argiles pourtant, le second temps d'arrêt n'est pour ainsi dire pas marqué : peut-être y aurait-il lieu d'en faire une catégorie à part.

» Je reviendrai, dans une prochaine Communication, sur les consé-

quences que l'on peut tirer de cette étude au sujet de la constitution chimique des argiles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les bromures d'érythrène.* Note de MM. E. Grimaux et Ch. Cloez, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication [1], nous avons indiqué que le tétrabromure $C^4H^6Br^4$ dérivé de l'érythrite et celui qu'on obtient avec les parties les plus volatiles du gaz comprimé se comportent de la même façon sous l'influence de la potasse alcoolique et paraissent identiques; de nouvelles réactions viennent confirmer cette identité.

» Quelle que soit son origine, le tétrabromure d'érythrène, fusible à 115°-116°, distille facilement avec la vapeur d'eau. Soumis à la distillation sèche, il passe entre 260°-270° en ne dégageant que très peu d'acide bromhydrique et laissant un faible résidu charbonneux. Le poids du produit distillé est sensiblement égal à celui du tétrabromure mis en réaction. Ce produit est un mélange de tétrabromure inaltéré et d'un nouveau corps, beaucoup plus fusible et facilement soluble dans l'éther de pétrole froid, ce qui permet de le séparer du tétrabromure beaucoup moins soluble.

» L'éther de pétrole abandonne, par évaporation lente, de belles tables transparentes, volumineuses, fusibles à 37°,5, qui présentent la même composition que le tétrabromure fusible à 115°-116°, et se comportent comme lui avec la potasse alcoolique. Pour expliquer cette transformation isomérique, on peut admettre que le tétrabromure $CH^2Br-CHBr-CHBr-CH^2Br$ se dédouble en acide bromhydrique et érythrène dibromé

$$CH^2=CBr-CBr=CH^2,$$

qui se recombinent ensuite, de telle sorte que le corps fusible à 37°,5 devrait être représenté par la formule $CH^3-CBr^2-CBr^2-CH^3$.

» MM. Ciamician et Dennstedt ont dérivé du pyrrol un hydrocarbure C^4H^6, le *pyrrolène*, dont ils ont démontré l'identité avec l'érythrène de l'érythrite; en purifiant le tétrabromure brut par distillation dans le vide, ils ont obtenu un corps fusible à 39°-40°, et qui leur a paru être, soit un composé $C^4H^4Br^4$, soit un isomère du tétrabromure; ces chimistes n'ont pas vu que ce bromure, qui est identique avec le corps fusible à 37°,5, ne pro-

[1] *Comptes rendus*, t. CIV, p. 118 (10 janvier 1887).

vient pas directement de l'érythrite, mais se forme par la distillation du bromure fusible à 116°.

» Le tétrabromure et son isomère fusible à 37°,5 réagissent de la même façon quand on les traite par la potasse alcoolique; après une ébullition d'une demi-heure au réfrigérant ascendant, la réaction est terminée; il s'est formé du bromure de potassium et de l'érythrène dibromé, qui passe avec l'alcool quand on distille le mélange au bain-marie. La solution alcoolique additionnée d'eau dépose des gouttelettes huileuses qui, au bout de quelques minutes, se transforment en une matière blanche, amorphe, insoluble dans tous les solvants. Si l'on agite avec de l'éther la solution alcoolique aussitôt qu'elle a été additionnée d'eau, l'éther s'empare de l'érythrène dibromé; mais, par simple évaporation de l'éther à l'air libre, même dans l'obscurité, l'érythrène dibromé se polymérise aussitôt qu'il a perdu son solvant. Ce corps ne paraît donc pouvoir exister qu'en solution dans l'alcool ou l'éther. Si l'on ajoute de l'eau de brome à sa solution alcoolique ou du brome à sa solution éthérée, celui-ci est avidement absorbé, et l'on obtient un composé fusible à 69° que, dans notre premier travail, nous avions considéré, d'après un seul dosage de brome, comme un tétrabromure d'érythrène dibromé; mais, en le faisant recristalliser plusieurs fois dans l'éther, on constate qu'il est surtout formé de dibromure d'érythrène dibromé $C^4H^4Br^2, Br^2$, en fines aiguilles fusibles à 67°, très solubles dans l'alcool et dans l'éther. Il se combine lentement au brome et fournit le tétrabromure dibromé en plaques nacrées très brillantes, peu solubles dans l'éther et fondant vers 170° en se décomposant.

» *Dibromure d'érythrène*, $C^4H^6Br^2$. — Les parties les plus volatiles des huiles de gaz comprimé renferment, outre l'érythrène, du butylène dont la présence y a été indiquée, en 1868, par M. St. Cloez; aussi, quand on les additionne d'un excès de brome, obtient-on des bromures liquides de butylène et principalement d'éthylvinyle; nous en avons eu de grandes quantités dans nos essais, où nous avons opéré sur plus de 120^{lit} d'huiles de gaz que M. Hugon a eu l'obligeance de mettre à notre disposition. Même en fractionnant souvent les carbures distillés avant 25°, on obtient toujours un mélange d'érythrène et de butylène qu'il n'est pas possible de séparer. Pour obtenir le dibromure, nous avons ajouté 180^{gr} de brome à 60^{gr} de ces huiles, c'est-à-dire environ un peu moins d'une molécule de brome pour la formule C^4H^8 ou C^4H^6, et nous avons soumis les bromures à la distillation; les premières parties qui passent avant 170°, surtout entre

160° et 170° (bromure d'éthylvinyle), ne renferment que de petites quantités de bromure d'érythrène, car elles ne fixent que peu de brome, mais celles qui passent entre 185°-190°, et surtout entre 190°-200°, absorbent le brome et se transforment, pour la plus grande partie, en tétrabromure d'érythrène mêlé encore de bromures huileux.

» On voit donc que le dibromure d'érythrène distille surtout entre 190° et 200°; on ne peut répéter les distillations fractionnées pour le débarrasser du bromure de butylène; car, à chaque distillation, il dégage de l'acide bromhydrique et laisse une petite quantité de résidu charbonneux (1).

» Nous avons étudié la saponification des deux bromures d'érythrène et obtenu des produits de dédoublement dont l'étude n'est pas encore terminée: nous pensons pouvoir bientôt présenter la suite de ces recherches à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cyanacétophénone*. Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Berthelot.

« 1. Dans une Note sur l'éther benzoylcyanacétique (2), j'ai montré que ce corps, bouilli avec cent fois environ son poids d'eau, se dédouble en acide carbonique, alcool et cyanacétophénone, suivant l'équation

$$C^6H^5, CO, CH\begin{matrix} \diagup CAz \\ \diagdown CO^2C^2H^5 \end{matrix} + H^2O = C^2H^6O + CO^2 + C^6H^5.CO.CH^2.CAz.$$

» La cyanacétophénone se présente sous la forme d'aiguilles blanches, solubles dans l'eau bouillante, dans l'alcool et dans l'éther. L'eau froide et l'éther de pétrole la dissolvent très peu. Elle fond à 80°,5 (corrigé).

» La constitution de cette kétone (elle renferme un groupe méthylène compris entre deux groupes électronégatifs), sa réaction vis-à-vis des couleurs végétales, m'ont permis de lui supposer une fonction acide, moins prononcée, il est vrai, que celle des éthers cyanomalonique et acétylcyanacétique, mais présentant avec elle beaucoup d'analogie.

---

(1) Le carbure obtenu par M. Caventou dans l'action de l'éthylate de sodium sur le butylène bromé et auquel il a donné le nom de *crotonylène* diffère complètement de l'érythrène, car il ne donne qu'un dibromure bouillant à 148°-158° sous la pression ordinaire et ne fournissant pas, par l'action du brome, le tétrabromure fusible à 116°.

(2) *Comptes rendus*, t. CI, p. 1270.

» 2. Elle se dissout en effet très facilement dans les alcalis, mais forme avec ces corps des composés trop instables pour qu'on ait pu en faire l'analyse. Il n'en a pas été de même du composé argentique.

» *Sel d'argent*, $C^6H^5.CO.CHAg.CAz$. — On l'obtient, sous la forme d'un précipité blanc, quand on ajoute une solution d'azotate d'argent à une solution hydro-alcoolique de cyanacétophénone neutralisée par de la soude ou de l'ammoniaque. Il est insoluble dans l'eau et dans l'alcool, mais soluble dans l'ammoniaque. Exposé à la lumière, il s'altère.

» 3. Quand on fait bouillir la cyanacétophénone avec une solution très concentrée de potasse caustique, elle se décompose en ammoniaque, benzoate et acétate de potasse

$$\begin{aligned} &C^6H^5.CO.CH^2.CAz + 2KHO + H^2O \\ &\quad = C^6H^5, CO^2K + C^2H^3O^2K + AzH^3. \end{aligned}$$

» 4. Une solution de cyanacétophénone dans de l'alcool absolu saturé de gaz chlorhydrique, refroidie à 0°, ne tarde pas à se remplir d'aiguilles enchevêtrées que l'on recueille sur filtre et que l'on dessèche sous une cloche renfermant des fragments de potasse fondue.

» Ce corps est blanc, il fond à 140° (corrigé); il est insoluble dans l'eau et dans l'éther. Sa poudre irrite fortement les muqueuses.

» Les nombres fournis par l'analyse conduisent à la formule

$$C^{11}H^{14}O^2AzCl.$$

» D'après sa composition et son mode de formation, ce dérivé peut être considéré comme un chlorhydrate d'éther imidé, du genre de ceux qu'ont obtenus MM. Pinner et Klein (¹) en traitant les nitriles, par solution dans l'alcool absolu, par du gaz chlorhydrique.

» En admettant cette analogie, ce corps aurait pour constitution

$$C^6H^5.CO.CH^2.C\begin{cases} AzHHCl \\ OC^2H^5 \end{cases},$$

et on peut l'appeler du chlorhydrate d'éther *benzoylacétimidoéthylique*.

» 5. Ce corps se comporte d'ailleurs comme les chlorhydrates des éthers imidés des auteurs cités. Traité par de l'ammoniaque aqueuse, il donne du

---

[1] *Berichte der deutschen Chem. Gesellsch.*, t. X, p. 1889; t. XI, p. 1484. PINNER, *idem*, t. XVI, p. 1643, etc.

chlorhydrate d'ammoniaque et l'éther benzoylacétimidoéthylique

$$C^6H^5.CO.CH^2.C\begin{matrix}\diagup AzHHCl\\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix} + AzH^3 = AzH^4Cl + C^6H^5.CO.CH^2.C\begin{matrix}\diagup AzH\\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix}.$$

» Cette base est très soluble dans l'éther et l'alcool; elle cristallise très facilement en prismes ou en tables à base carrée. Son point de fusion est situé à 89°,5 (corrigé).

» 6. Pour caractériser la présence du groupe imide contenu dans cette molécule, on l'a traitée par de l'azotite de potassium et de l'acide sulfurique étendu. L'éther enlève au mélange le composé nitrosé

$$C^6H^5.CO.CH^2.C\begin{matrix}\diagup Az.AzO\\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix},$$

qui cristallise en aiguilles radiées fondant à 117° et fournissant très nettement la réaction de M. Liebermann.

» 7. Enfin, ce chlorhydrate d'éther imidé, chauffé avec de l'alcool aqueux, subit un autre dédoublement. Il fournit du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'éther benzoylacétique

$$C^6H^5.CO.CH^2.C\begin{matrix}\diagup AzHHCl\\ \diagdown OC^2H^5\end{matrix} + H^2O = AzH^4Cl + C^6H^5.CO.CH^2.CO^2C^2H^5.$$

» Pour isoler ce dernier, il suffit d'évaporer l'alcool, de reprendre le résidu par de l'éther et de chasser celui-ci par distillation. Il reste une huile légèrement jaunâtre possédant la composition et les caractères de l'éther benzoylacétique.

» Après un cycle de réactions, on revient donc au corps dont on est parti.

» 8. L'alcool chlorhydrique en excès produit encore un autre dédoublement de la cyanacétophénone. En effet, si l'on abandonne le mélange à lui-même pendant quelques semaines, on arrive à extraire du liquide de l'éther benzoïque. La réaction a sans doute lieu suivant l'équation

$$\begin{aligned}&C^6H^5.CO.CH^2.CAz + 2C^2H^5OH + HCl + H^2O\\ &\quad = C^6H^5.CO^2C^2H^5 + CH^3.CO^2.C^2H^5 + AzH^4Cl.\end{aligned}$$

» On a isolé l'éther benzoïque qui bout à 210°. Vu la petite quantité de matière employée, il n'a pas été possible de trouver l'éther acétique.

» Nous continuons l'étude de ce corps et de l'éther benzoylcyanacétique

qui lui donne naissance. Nous espérons même faire la synthèse de ce dernier en partant de l'éther cyanacétique. Des recherches préliminaires nous ont en effet démontré que ce dernier corps est susceptible d'échanger de l'hydrogène contre du sodium, pour donner le composé $CHNa\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}$ qui, traité par des éthers iodhydriques et des chlorures acides, fournira les éthers $CH\overset{+}{R}\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}$ et $CH\overset{-}{R}\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le sébate d'aniline et la diphénylsébaçamide.* Note de M. GUSTAVE GEHRING.

« Lorsqu'on fait réagir 2^{mol} d'aniline sur 1^{mol} d'acide sébacique dissous dans l'alcool, on observe que l'aniline se comporte comme une ammoniaque; elle se combine intégralement à l'acide, sans élimination d'eau. Le produit qu'on obtient ainsi resterait indéfiniment liquide; mais, en évaporant dans le vide, il se forme, vers la fin de l'opération, une masse cristalline, très compacte. On égoutte à la trompe, on comprime les cristaux entre des doubles papiers et on les fait recristalliser trois fois dans l'eau bouillante. Par un refroidissement lent, on obtient dans le liquide des cristaux parfaitement transparents, qui atteignent jusqu'à un centimètre carré de surface.

» Ce corps, ainsi purifié et séché à 120°, a fourni à l'analyse les données numériques qui s'accordent avec la formule du sébate d'aniline

$$(C^6H^7Az)^2C^{10}H^{18}O^4.$$

» Le sébate d'aniline se présente sous la forme de lames rhomboïdales extrêmement minces, incolores, possédant un éclat argentin. Il est soluble dans l'eau chaude, peu soluble à froid, mais communique à l'eau une légère acidité. Il est fort soluble dans l'alcool à froid et assez soluble dans l'éther et le chloroforme bouillants. Son point de fusion est situé à 134°, il peut être sublimé sans altération. Il est soluble dans l'acide sulfurique concentré et donne, avec les oxydants, la coloration caractéristique de l'aniline.

» Puisque ce sel ne perd pas d'eau pour se transformer en anilide, même à 250°, voici comment il convient d'opérer pour former ce dernier corps.

» On chauffe dans un ballon, muni d'un tube réfrigérant, poids égaux d'acide sébacique et d'aniline. Dans cette quantité d'aniline l'acide fond déjà à 110° et la masse entre en ébullition vers 180°. On chauffe pendant seize heures, en augmentant la température vers la fin à 215°. Le produit de la réaction est pulvérisé et recristallisé plusieurs fois dans l'alcool bouillant.

» L'analyse de ce corps a donné les chiffres qui s'accordent avec la formule de la diphénylsébaçamide $(AzH, C^6H^5)^2C^{10}H^{16}O^2$.

» La diphénylsébaçamide est neutre aux réactifs, cristallise en petites écailles rhombiques, nacrées, incolores, inodores et insipides. Elle fond à 198° et peut être distillée sans décomposition au-dessus de 360°. Ce corps est insoluble dans l'eau et la ligroïne, soluble dans l'alcool, le chloroforme et la benzine, même à la température ordinaire, et très peu soluble dans l'éther bouillant. Avec la potasse alcoolique, il n'est pas altéré; mais, fondu avec la potasse, il se dégage de l'aniline. Dissous par les acides azotique et sulfurique concentrés, il se précipite de nouveau en étendant d'eau. Quand on le dissout par l'acide azotique fumant, on obtient en le versant dans trois ou quatre fois son volume d'eau une poudre jaune, amorphe, sans goût. Enfin, chauffé avec le même acide en tubes scellés, on obtient un produit nitré, cristallisé en aiguilles barbées à saveur sucrée. Cette étude fera l'objet d'une prochaine Communication (1). »

ANATOMIE. — *Sur la formation cloisonnante (substance trabéculaire) du cartilage hyalin fœtal.* Note de M. **J. Renaut**, présentée par M. A. Chauveau.

« La substance fondamentale du cartilage hyalin des vertébrés supérieurs, qui paraît amorphe, est-elle en réalité figurée? Existe-t-il ou non, au sein de cette substance, des voies préformées qu'on puisse rapporter à des canaux ou espaces du suc? Ce sont là deux questions anciennes, très discutées, jamais résolues (2). J'apporte ici une nouvelle méthode qui contribuera, je l'espère du moins, à la solution définitive du problème. Je

(1) Collège de France, laboratoire de M. le professeur P. Schützenberger.

(2) Voir, pour l'historique et la bibliographie de cette question, le travail d'Alb. Budge, *Weitere Mittheilung über die Saftbahnen in hyalinen Knorpel* (*Arch. f. mikrosk. Anatomie*, Bd. XVI, 1879, p. 1 à 13). Spina, *Ueber die Saftbahnen des*

l'appliquerai d'abord au cartilage hyalin fœtal [1], puis, dans une seconde Note, au cartilage hyalin simplement jeune et enfin adulte.

» I. Un flacon bouché à l'émeri, renfermant 20^{cc} à 30^{cc} d'une solution aqueuse d'acide osmique à 1 pour 100, est abandonné deux ou trois jours sous une cloche, de façon qu'au bout de ce temps l'espace non occupé par le liquide se soit transformé en une chambre humide, ce que montrera la présence de nombreuses gouttelettes sur la paroi du vase. Je suspends par un fil, au-dessus de la solution osmique, un fragment de cartilage de la tête du canon ou de l'humérus d'un fœtus de mouton, long de $0^m,25$ à $0^m,35$. Le cartilage sera fixé par les vapeurs dans une atmosphère humide et en subissant ainsi le minimum de rétraction. Le flacon bouché est lui-même placé dans une chambre humide. Au bout de dix ou mieux de vingt-quatre heures, le fragment de cartilage est devenu noir; il est fixé dans sa forme totalement ou du moins très profondément. Le retrait de la substance cartilagineuse, dû à une faible perte d'eau, est néanmoins légèrement marqué sur les surfaces de section, qui de planes deviennent un peu voilées. Ce détail est à retenir, car il est le point de départ de l'interprétation des faits observés.

» II. Une coupe mince du cartilage ainsi fixé, transversale ou sagittale, reçue dans l'eau et examinée telle quelle ou dans la glycérine après coloration convenable, montre, partout où les vapeurs osmiques ont pénétré, les cellules cartilagineuses fixées net et sans rétraction aucune. Mais la substance fondamentale, exclusivement dans ces mêmes limites, n'apparaît plus homogène. Sous un faible grossissement, on la voit parcourue par un réseau d'une netteté et d'une élégance admirables, qui de prime abord semble formé par des fibres réfringentes que l'éosine hématoxylique teint en rouge brun, et qui, se rapprochant, s'éloignant tour à tour ou se groupant en faisceaux pour se dissocier encore, dessinent des mailles comparables à celles du tissu réticulé d'un ganglion. Autour des vaisseaux coupés en travers, les mailles de ce réseau s'ordonnent en rosaces. Dans les intervalles des vaisseaux, les traits du réseau relient les cellules cartilagineuses par séries, mais sans pénétrer leurs capsules. Au voisinage du périchondre, tout ce système rétiforme croise la direction des faisceaux conjonctifs pé-

---

hyalinen Knorpels, 1880 (in *Wiener Sitzungsberichte*); Petrone, *Sulla struttura delle cartilagine* (in *Giornale internazionale delle scienze mediche*, 1879).

[1] J'entends par cartilage fœtal celui dont les cellules ne sont plus anguleuses, mais qui reste parcouru par des rameaux sanguins.

nétrants, de façon à ne continuer jamais ceux-ci et à s'en montrer entièrement indépendant. Entre les mailles du réseau, la substance fondamentale est hyaline, sans perte de substance aucune, et, en présence des matières colorantes, elle montre ses réactions ordinaires.

» Sous un fort grossissement, on reconnaît de suite que les traits du réseau, certainement entrevus par Nykamp, A. Budge et surtout par Spina, et considérés hardiment par eux comme des canaux du suc ([1]), ne répondent ni à des canaux ni à des fibres, mais en réalité à un système de cloisons comparables à celles existant dans les gros faisceaux connectifs des tendons. En élevant et en abaissant l'objectif, on voit en effet se poursuivre, sous forme d'une surface continue courbe ou gauche, chaque ligne du réseau pleine, brillante et à double contour qui, sous un faible grossissement, simulait une fibre. On a donc affaire ici à des nappes d'une substance figurant en coupe des travées ou des trabécules : nappes cloisonnant de mille manières et dans tous les plans la substance fondamentale sans s'isoler, comme règle du moins, en des corps cylindroïdes tels que sont des fibres vraies. Cela revient à dire que l'ensemble des travées et des trabécules réalise, au sein de la substance fondamentale du cartilage, un système de cloisonnement membraniforme et continu. Dans ces conditions, la substance fondamentale paraît donc s'être scindée en deux formations distinctes : 1° la *substance hyaline*, demeurée amorphe et qui existait seule dans le cartilage embryonnaire; 2° la *substance trabéculaire*, développée secondairement, et dessinant au sein du cartilage fœtal une *formation cloisonnante* typique, dont les éléments sont ordonnés dans une certaine mesure par rapport aux cellules fixes, et absolument par rapport aux vaisseaux sanguins.

» III. La simple exposition prolongée du même cartilage dans une chambre humide, pas plus que sa dessiccation à l'air libre, ne reproduisent jamais d'images régulières comparables à celles que je viens de décrire. Par contre, la formation cloisonnante reparaît toujours, avec les mêmes caractères réguliers et la même distribution, quand on emploie la méthode que j'ai indiquée. D'autre part, la fixation rapide d'une coupe de cartilage par les vapeurs osmiques ne met en lumière aucune apparence du réseau dans la substance fondamentale. En faut-il conclure que le système des

---

([1]) Nykamp, *Beitrag zur Kenntniss der Structur des Knorpels* (*Arch. f. mikrosk. Anat.*, Bd. XIV, *Pl. XXIX*, p. 491, *fig.* 3 et 4, 1877); A. Budge, travail cité, *Pl I*, *fig.* 3, 4, 5, 6 et 7.

travées et des trabécules est dû à un simple artifice de préparation et, en dehors de là, n'a point d'existence réelle?

» Je pense, tout au contraire, que la substance fondamentale du cartilage fœtal est bien formée de deux substances, la *substance hyaline* et la *substance trabéculaire*. Ces deux substances, pendant la vie, sont juxtaposées et unies intimement; elles ont le même indice de réfraction, les mêmes réactions histochimiques générales. Mais la substance trabéculaire a la propriété de perdre plus rapidement que la substance hyaline son eau de composition quand le cartilage est soumis à une demi-dessiccation très lente. En perdant son eau, elle devient plus réfringente; et, comme en même temps elle est fixée *dans cet état* sous sa forme exacte par les vapeurs osmiques, ainsi que tous les autres éléments de cartilage hyalin, elle apparaît alors clairement avec la disposition cloisonnante qui lui est propre. De même que le blanc d'un œuf d'oiseau est en apparence homogène et sans structure aucune dans l'œuf intact, mais montre, après coagulation par la chaleur, sa disposition réelle stratifiée autour du jaune, de même la substance fondamentale du cartilage fœtal possède aussi une constitution complexe et régulière; seulement les deux substances qui concourent à la former ne peuvent être distinguées sans artifice. Il en serait également ainsi d'une masse de verre fondue à la lampe, de manière à être cloisonnée par une série de lames de cristal exactement de même couleur et de même indice de réfraction; elle paraîtrait homogène. Pour y retrouver la disposition cloisonnante réelle, il faudrait imaginer une méthode qui mît les cloisons de cristal en évidence au sein de la masse : par exemple en agissant sur le plomb qu'elles contiennent et en le transformant en sulfure noir.

» En résumé, il n'y a dans le cartilage fœtal ni fibres propres ni canaux du suc, mais une substance différenciée au sein de la substance hyaline primitive, et qui, disposée en formation cloisonnante et en outre apte à emmagasiner ou à perdre l'eau avec une égale facilité, peut être considérée à ce titre comme un agent actif de la répartition rapide des sucs nutritifs au sein d'un tissu compact [1]. »

---

[1] Travail du laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la fonction photogénique.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. de Quatrefages.

« Ce sont les Élatérides lumineux (Pyrophores) qui nous ont fourni les renseignements les plus importants.

» L'examen histologique des organes lumineux nous a montré, d'autre part, qu'ils sont composés d'un tissu adipeux spécial et de parties accessoires empruntées aux systèmes musculaire, trachéen, nerveux et cutané. La connaissance exacte de la structure et de l'organisation de ces parties a permis de se rendre compte expérimentalement des modifications que l'animal lui-même ou les agents extérieurs peuvent faire subir à l'intensité du phénomène lumineux et de déterminer les conditions physiologiques dans lesquelles il prend naissance.

» Les radiations lumineuses naissent au sein même du tissu adipeux, dont le protoplasma subit un mouvement histologique intense. Cette histolyse s'accompagne de la formation de nombreuses granulations caractérisées par une structure, des réactions microchimiques et des propriétés physiques spéciales. Nous les désignons sous le nom de *vacuolides*.

» Nous avons constaté l'existence de ces mêmes granulations et l'identité du processus qui leur donne naissance non seulement chez les Élatérides lumineux et les Lampyrides, aux diverses phases de leur développement, mais encore chez tous les êtres organisés lumineux que nous avons étudiés.

» L'histolyse lumineuse n'a pas toujours lieu dans le même point chez le même animal. Le siège varie souvent avec les diverses phases du développement. Chez les Élatérides adultes, elle est localisée dans trois points distincts au niveau desquels les téguments restent transparents; mais, chez les larves du premier âge, elle se passe seulement dans un groupe de cellules adipeuses situé entre la tête et le premier anneau. Tous les anneaux du corps portent des points lumineux dans le second âge. Ces larves étaient inconnues avant nos recherches, mais nous avons pu faire éclore des œufs de Pyrophores pondus au laboratoire de Physiologie de la Sorbonne. Chez les Lampyrides, le siège de l'histolyse lumineuse varie également avec les métamorphoses, les sexes et les espèces. Parfois elle envahit tout le corps, qui émet une faible lueur par toute sa surface, comme

cela se voit chez la larve du *Lampyris noctiluca* immédiatement après la mue, alors que les nouveaux téguments ne sont pas encore pigmentés.

» Chez certains Podurides, tout le tissu adipeux peut devenir phosphorescent. Pour les Myriapodes phosphorescents l'histolyse lumineuse se produit à certaines époques dans la paroi du tube digestif et les produits de désagrégation des éléments anatomiques peuvent rester lumineux pendant quelques instants après avoir été expulsés par l'anus.

» Les Vers de terre et tous les animaux marins phosphorescents, que nous avons observés, nous ont montré, mais dans des régions parfois fort différentes, le même processus protoplasmique.

» Le sang chez les Pyrophores et les Lampyrides est l'excitant le plus direct de la fonction photogénique. Sa pénétration dans les organes lumineux est réglée par le jeu des muscles spéciaux. Ceux-ci obéissent au système nerveux central dans des conditions que nous avons précisées [voir *les Élatérides lumineux* (*Mémoires de la Société zoologique de France,* 1886)]. Les trachées interviennent ici, comme dans toutes les autres manifestations vitales actives, qui nécessitent une quantité d'oxygène proportionnelle à leur intensité.

» L'intervention de ces divers systèmes n'est pas indispensable à l'accomplissement du phénomène lumineux, car il a lieu dans l'œuf même avant sa segmentation.

» La réaction qui engendre les radiations lumineuses au sein du protoplasma est en tous points comparable à celle qui transforme le glycogène en sucre dans le tissu hépatique.

» Tout se passe dans la matière protoplasmique photogène, après destruction de la cellule, comme si elle contenait un ferment figuré ou un ferment soluble. Mais les corpuscules (vacuolides) que l'on y rencontre toujours, même après filtration au papier, ne sont pas des éléments hétérogènes, bien qu'ils rappellent par quelques côtés certains micro-organismes. Ils ne sont pas susceptibles de se multiplier ou de donner naissance à d'autres éléments organisés.

» Ils se comportent comme des particules de protoplasma à l'état ultime de division, susceptibles de garder une activité propre pendant un temps variable, suivant les conditions de milieu. La substance protoplasmique photogène conserve ses propriétés après avoir été desséchée avec précaution. Toutes les conditions qui favorisent ou entravent l'activité des ferments favorisent ou entravent la réaction photogénique, même après destruction de la cellule.

» L'étude des caractères physiques de la lumière a montré que sa teinte pouvait varier sous l'influence de conditions accessoires particulières : couleurs des téguments, du sang, etc.

» L'éclat si particulier de la lumière des Pyrophores est dû à la présence dans le sang qui baigne les organes lumineux d'une substance fluorescente qui peut transformer les radiations ultra-violettes en radiations très éclairantes. Nous avons également découvert une substance analogue, mais donnant des radiations lumineuses un peu différentes, chez une espèce de Lucioles exotiques. L'énergie mise en œuvre par les insectes pour produire de la lumière est surtout transformée en radiations de longueur d'onde moyenne. Il y a peu de radiations chimiques et très peu de radiations calorifiques.

» Rien ne peut faire supposer, comme on l'a prétendu (Kölliker), que l'électricité puisse jouer un rôle quelconque dans la production de la lumière chez les êtres vivants. Quant à la théorie chimique de Radzizewski, elle est en désaccord complet avec les faits observés chez les animaux que nous avons étudiés.

» Les procédés que nous employons actuellement pour nous procurer des lumières artificielles ne peuvent supporter en aucune façon la comparaison avec les moyens mis en œuvre par la nature, tant au point de vue de l'énergie dépensée que sous le rapport des qualités éclairantes de la lumière produite. »

M. Ch. Save adresse une Note relative à la démonstration du mouvement de rotation de la Terre par l'expérience du pendule de Foucault.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mai 1887.

(*Suite.*)

Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme; par E. Cartailhac et E. Chantre; quatre livraisons (de février à mai). Paris, Ch. Reinwald, 1887; 4 br. in-8°.

Dans quelles limites l'analyse chimique des terres peut-elle servir à déterminer les engrais dont elles ont besoin? par MM. E. Risler et E. Colomb-Pradel. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1887; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Peligot.)

Memorias de la real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid; T. XI. Madrid, 1887; in-4°.

Proceedings of the royal Society; Vol. XLII, n° 253, 1887; br. in-8°.

Proceedings of the London mathematical Society, nos 283-286, 1886; br. in-8°.

Repertorium der Physik, herausgegeben von Dr F. Exner; XXIII Band, 3 Heft; 4 Heft. München und Leipzig, 1887; 2 br. in-8°.

Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; Vol. XVIII, année 1886; par le Dr Hildebrand Hildebrandsson. Upsal, 1886-87; in-4°.

Annales de l'École Polytechnique de Delft; T. III, 1887; 1re livraison. Leide, E.-J. Brill, 1887; br. in-4°.

Atti della reale Accademia dei Lincei; Vol. III, fasc. 7. Roma, 1887; br. in-4°.

Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Fasc. 2°, 3° e 4°. Napoli, 1887; 2 br. in-4°.

Official copy. Hourly readings, 1884; Part III, july to september. London, 1887; br. in-4°.

American Journal of Mathematics; Vol. IX, number 3. Baltimore, 1887; br. in-4°.

Henry Draper Memorial. First annual Report of the photographic study of stellar spectra conducted at the Harvard college Observatory, Edward-C. Pickering, Director. Cambridge, John Wilson and son, 1887; br. in-4°.

Annalen der K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien (Währing), herausgegeben von Edmund Weiss; IV Band, Jahrgang 1884. Wien, 1886; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 MAI 1887.

La navigation aérienne. — 1° Sur un projet de navire aérien; 2° la théorie du plus lourd que l'air appliquée à l'aérostation; 3° l'hélice aérienne. Trois Mémoires manuscrits, accompagnés de quatre photographies, par M. L.-E. Bary. (Renvoi au concours du prix Fourneyron.)

Élimination du fer et du plomb par la peau et le rein dans le saturnisme aigu; par le Dr H. Lavrand. Paris, G. Masson, 1887; br. in-8°.

De la jugulation de la fièvre typhoïde au moyen de la quinine et des bains tièdes; par le Dr G. Pécholier. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; br. in-8°.

Leçons de Clinique médicale faites à l'hôpital de la Pitié (1883-1886); *par* S. Jaccoud. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1885-87; 3 vol. in-8°. (Renvoi au concours du prix Chaussier.)

Curabilité et traitement de la phtisie pulmonaire; par S. Jaccoud. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-8°. (Renvoi au concours du prix Chaussier.)

Phycologia mediterranea di Francesco Ardissone; Parte II. Varese, Mai e Malnati, 1886; gr. in-8°. (Renvoi au concours du prix Desmazières.)

Mémoires sur la Mycologie; par M. Boudier. 12 br. in-8°, renvoyées aux concours de Botanique.

L'hypnotisme et les états analogues au point de vue médico-légal; par le Dr Gilles de la Tourette. Paris, Plon, Nourrit et Cie, 1887; in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours du prix Lallemand.)

De l'entéro-colite chronique endémique des pays chauds; par MM. les Drs Bertrand et Fontan. Paris, Doin, 1887; in-8°. (Renvoi au concours du prix Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Les Élatérides lumineux; par Raphael Dubois. Meulan, imprimerie de la Société zoologique de France, 1886; gr. in-8°. (Renvoi au concours du grand prix des Sciences physiques.)

Statistique générale des grandes maladies infectieuses à Lyon, pendant la période quinquennale 1881-1886; *par* M. J. Teissier. Lyon, Association typographique, 1887; gr. in-8°.

Note sur des feuilles ramifères de chou; par M. P. Duchartre. 1881; br. in-8°.

Note sur des fleurs doubles du grand muflier; par M. P. DUCHARTRE. 1882; br. in-12.

Quelques observations relativement à l'influence de la lumière sur la maturation du raisin; par M. P. DUCHARTRE. 1882; br. in-8°.

Influence de la température sur l'épanouissement et la fermeture des fleurs de crocus; par M. P. DUCHARTRE. 1883; br. in-8°.

Influence de la sécheresse sur la végétation et la structure de l'igname de Chine (Dioscorea batatas *Dcne*); *par* M. P. DUCHARTRE. 1885; br. in-8°.

Note sur le Begonia socotrana *D. Hook; par* M. P. DUCHARTRE. 1885; br. in-12.

Note sur un Begonia *nouveau, à inflorescences épiphylles* (Begonia Ameliæ *Bruant*); *par* M. P. DUCHARTRE. 1886; 2 br. in-12.

Observations sur les vrilles des cucurbitacées; par M. P. DUCHARTRE. 1886; 2 br. in-8°.

Note sur deux roses prolifères; par M. P. DUCHARTRE. 1887; br. in-8°.

Traité sur le phylloxera. Ses causes et son remède infaillible; par A. GOYAT. Charolles, P. Ponçon, 1887; br. in-12.

Annuaire de la Société météorologique de France; 34e année, 1886; novembre-décembre. Paris, Gauthier-Villars, br. in-4°. (Deux exemplaires.)

Concours de Montdidier et centenaire de PARMENTIER *du* 26 *avril au* 9 *mai* 1886. Montdidier, Allart et Cie, 1887; br. in-8°.

Osservazioni astronomiche e fisiche sull' asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte. Memoria terza del socio G.-V. SCHIAPARELLI. Roma, tipografia della R. Accademia dei Lincei, 1886; br. in-4°.

Mouvement de la population de Roumanie pendant l'année 1885. Bucuresci, tipografia Carol Gobl, 1887; br. in-4°.

Statistica judiciara din Romania pe anul 1882. Bucuresci, tipografia Statului, 1886; br. in-4°.

Statistica medicala din regatul Român pe anul 1881. Bucuresci, 1886; br. in-4°.

The quarterly Journal of the geological Society, Vol. XLIII, Part 2, n° 170. London, 1887; in-8°.

Observations on the agricultural chemistry of the sugarcane; by Dr T.-L. PHIPSON. Manchester, 1884; br. in-8°.

American chemical Journal; by IRA REMSEN; Vol. IX, n° 2 : Baltimore, 1887; br. in-8°.

Outlines of a new atomic theory; by Dr T.-L. PHIPSON. London, 1886; br. in-4°.

Transactions of the seismological society of Japan; Vol. X. Yokohama, 1887; br. in-8°.

Katalog der meteorologischen Beobachtungen in Russland und Finnland; von E. Leyst. Saint-Petersburg, 1887; gr. in-4°.

Ueber den Auf- und Zugang der Gewässer des Russischen Reiches, bearbeitet von M. Ry Katschew. Saint-Petersburg, 1887; gr. in-4°.

Wahre Tagesmittel und tägliche Variation der Temperatur an 18 *Stationen des Russischen Reiches; von* E. Wahlen. Saint-Petersburg, 1887; gr. in-4°.

ERRATA.

Tome CIII, page 231, ligne 27, *au lieu de* noires, *lisez* blanches.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 31 MAI 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Bouchard* pour remplir, dans la Section de Médecine et Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. *Paul Bert*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bouchard** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE. — *Sur la condition de stabilité du mouvement d'un système oscillant soumis à une liaison synchronique pendulaire.* Note de M. **A. Cornu**.

« Dans l'établissement de certains dispositifs de haute précision usités en Physique ou en Astronomie, on est conduit au problème suivant :

» *Rendre les oscillations d'un système mobile donné* (*balancier, lame vi-*

brante, galvanomètre, etc.) *exactement synchroniques avec un mouvement périodique également donné* (*battements d'une horloge, d'un relai,* etc.).

» Le système oscillant à *synchroniser* est, en général, un solide invariable soumis à l'action :

» 1° D'une force principale proportionnelle à l'écart;

» 2° D'une force perturbatrice proportionnelle à la vitesse;

» 3° D'une force additionnelle, constituant la *liaison synchronique*, dont l'intensité est périodique et que, pour simplifier, nous supposerons indépendante de la position du système.

» L'équation différentielle du mouvement est

$$(1)\qquad \mu\frac{d^2\theta}{dt^2}+q\frac{d\theta}{dt}+r\theta=\mathrm{F},$$

θ représentant l'écart angulaire du système; μ le moment d'inertie; q et r les moments des deux premières forces correspondant à l'unité de vitesse angulaire et d'écart; F le moment de la liaison synchronique fonction du temps seulement.

» L'intégrale générale de cette équation, expression du mouvement cherché, se compose de la somme de deux termes

$$(2)\qquad \theta=\mathcal{A}e^{-\alpha t}\sin 2\pi\left(\frac{t}{\mathrm{T}}-\varphi\right)+\mathcal{F},\qquad \left\{\begin{aligned}\alpha&=-\frac{q}{2\mu},\\ \frac{2\pi}{\mathrm{T}}&=\sqrt{\frac{r}{\mu}-\left(\frac{q}{2\mu}\right)^2}.\end{aligned}\right.$$

» Le premier terme, solution de l'équation (1) sans second membre ($\mathcal{A}$ et φ étant les deux constantes arbitraires de l'intégration), représente une oscillation dont l'amplitude *s'amortit* avec le temps; le second, $\mathcal{F}$, est une solution particulière de l'équation complète. Le mouvement définitif est donc la superposition de l'*oscillation amortie* que le système prendrait si la liaison synchronique n'existait pas et d'un mouvement qui dépend de la loi qui lie l'intensité de la force synchronisante avec le temps.

» Le problème proposé consiste à chercher s'il est possible de faire coïncider ce mouvement résultant avec une fonction périodique $\mathcal{F}$ dont la période Θ est différente de la période T de l'oscillation propre du système.

» La présence du premier terme, représentant l'oscillation amortie de période T, montre que cette coïncidence n'est possible qu'après un temps suffisamment long, lorsque l'exponentielle négative est devenue sensiblement nulle; mais qu'après cet intervalle le mouvement du système peut

être identifié avec un mouvement quelconque $\mathcal{F}$ de période Θ compatible avec la condition de vérifier l'équation (1). D'où l'on conclut :

» *Pour qu'un système oscillant puisse être synchronisé, il faut et il suffit que le mouvement libre du système soit une oscillation amortie : le régime stable est d'autant plus rapidement atteint que l'amortissement est plus grand.*

» *Cas d'une force périodique suivant la loi pendulaire simple.* — Parmi les mouvements périodiques qu'on peut se proposer d'imposer au système oscillant, le plus simple au point de vue de la théorie aussi bien que de la convenance expérimentale, est le mouvement *pendulaire simple* ou *oscillation non amortie*. Cherchons donc à quelles conditions doit satisfaire la liaison synchronique F pour donner au système oscillant un régime stable représenté par la fonction circulaire

$$(3) \qquad \mathcal{F} = \mathcal{A} \sin 2\pi\left(\frac{t}{\Theta} - \psi\right).$$

» Il suffit de substituer dans l'équation (1) $\theta = \mathcal{F}$; on en déduit

$$(4) \quad \mathrm{F} = \mathcal{A}\left[\left(r - \mu\frac{4\pi^2}{\Theta^2}\right)\sin 2\pi\left(\frac{t}{\Theta} - \psi\right) + \frac{2\pi}{\Theta} q \cos 2\pi\left(\frac{t}{\Theta} - \psi\right)\right] = \mathrm{B}\sin 2\pi\left(\frac{t}{\Theta} - \Phi\right).$$

» La force synchronisante est donc aussi une fonction circulaire du temps caractérisée par une amplitude B et une phase Φ qu'on détermine par une identification facile; on trouve ainsi

$$(5) \quad \mathrm{B} = \mathcal{A}\sqrt{\left(r - \mu\frac{4\pi^2}{\Theta^2}\right)^2 + \frac{4\pi^2}{\Theta^2}q^2} = \mathcal{A}\mu\sqrt{\left[\alpha^2 + 4\pi^2\left(\frac{1}{\mathrm{T}^2} - \frac{1}{\Theta^2}\right)\right]^2 + 4\alpha^2\frac{4\pi^2}{\Theta^2}},$$

$$(6) \qquad \operatorname{tang} 2\pi(\Phi - \psi) = \frac{-\frac{2\pi}{\Theta}q}{r - \mu\frac{4\pi^2}{\Theta^2}} = \frac{2\alpha\frac{2\pi}{\Theta}}{\alpha^2 + 4\pi^2\left(\frac{1}{\mathrm{T}^2} - \frac{1}{\Theta^2}\right)}.$$

» Ces expressions permettent de conclure les paramètres B, Φ de la force synchronisante en fonction de ceux du mouvement $\mathcal{A}$, ψ, ou inversement. La formule (6) montre que $(\Phi - \psi)$ ne peut être nulle que si le coefficient d'amortissement α est égal à zéro; d'où l'on conclut :

» *Lorsque la force synchronisante et le mouvement synchronisé sont représentés par la loi pendulaire simple, il existe toujours une différence de phase entre la force et le mouvement : cette différence de phase, conséquence de l'amortissement, correspond toujours à un retard du mouvement synchronisé.*

» *Cas d'une force périodique quelconque.* — On peut, sans calcul nouveau, obtenir le mouvement, en régime stable, dû à une force variable quelconque F dont la période est Θ. On sait que l'expression de cette force en fonction du temps est, en général, développable par la série de Fourier et peut être mise sous la forme

$$(7)\quad F = B_1 \sin 2\pi\left(\frac{t}{\Theta} - \Phi_1\right) + B_2 \sin 2\pi\left(\frac{2t}{\Theta} - \Phi_2\right) + \ldots + B_n \sin 2\pi\left(\frac{nt}{\Theta} - \Phi_n\right) + \ldots$$

Le second membre F de l'équation différentielle (1) se composera donc d'une somme de termes ayant la même forme que ci-dessus : le terme F de l'intégrale générale sera la somme de termes $\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2, \ldots, \mathcal{F}_n$ assujettis seulement à vérifier individuellement l'équation (1); des expressions (5) et (6) on déduira donc aisément les paramètres du terme général en y changeant B en B_n, $\mathfrak{B}$ en $\mathfrak{B}_n$, Φ en Φ_n et Θ en $\frac{\Theta}{n}$.

» On voit alors que chaque terme périodique de la force produit un effet périodique correspondant sur l'amplitude et la phase du mouvement résultant, mais que cet effet va en décroissant rapidement avec l'ordre n, car les termes successifs contiennent n^2 ou n^4 au dénominateur : cette circonstance permet, dans diverses applications, de réduire la série à ses premiers termes ou d'utiliser les développements peu convergents représentant certaines fonctions discontinues.

» *Vérification expérimentale des résultats précédents.* — Il importe de vérifier entre des limites aussi étendues que possible les résultats ci-dessus, particulièrement en ce qui concerne l'influence de l'amortissement sur l'établissement du régime stable, sur la phase et l'amplitude du mouvement définitif : on y parvient en utilisant les phénomènes d'induction.

» Si l'on ferme le circuit d'un galvanomètre par un solénoïde au voisinage duquel oscille un aimant, on réalise toutes les conditions étudiées ci-dessus : on retrouve en effet le système oscillant (aimant mobile, dans un cadre fixe ou cadre mobile devant un aimant fixe) soumis aux trois forces précitées : couple principal proportionnel à l'écart (action terrestre ou torsion), couple d'amortissement (réactions électromagnétiques du cadre et de l'aimant) et liaison synchronique constituée par l'action du courant induit dans le solénoïde.

» Pour faire les vérifications dans les conditions les plus concluantes, on construit un galvanomètre du type Deprez-d'Arsonval, dont le cadre très léger, suspendu à un fil de torsion assez gros, présente une période d'os-

cillation à circuit ouvert d'environ $\frac{1}{7}$ de seconde : ce galvanomètre, fermé en court circuit, possède un coefficient d'amortissement considérable; mais, lorsqu'on introduit dans le circuit des résistances croissantes, le coefficient d'amortissement diminue de plus en plus : on démontre qu'il varie sensiblement en raison inverse de la résistance totale du circuit ([1]).

» L'aimant inducteur est fixé transversalement à une lame vibrante munie de curseurs pouvant faire varier la période d'oscillation entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{2}$ seconde. Le solénoïde induit est formé d'une torsade de dix fils isolés identiques, ayant chacun une résistance égale à celle du galvanomètre : cinq d'entre eux sont réunis en *quantité* (circuit C_1) et cinq en *tension* (circuit C_2).

» Il s'agit de comparer le mouvement du cadre du galvanomètre avec la force périodique qui le sollicite, c'est-à-dire avec l'intensité du courant induit, et de vérifier si les lois mathématiques exprimées ci-dessus s'appliquent exactement. Une telle vérification serait assez complexe si l'on voulait déterminer séparément ces deux éléments en fonction du temps : elle devient, au contraire, intuitive si l'on a recours à la *composition optique* des oscillations de l'aimant et du galvanomètre. A cet effet, la lame vibrante, qui est verticale, porte un bras horizontal muni d'une petite boule d'acier

---

([1]) Soit c le couple de torsion du cadre, q' le coefficient de la résistance de l'air et i l'intensité du courant qui parcourt le cadre (n tours, s aire moyenne, f intensité du champ magnétique), on a, pour l'équation différentielle du mouvement du cadre,

$$\mu \frac{d^2\theta}{dt} + q' \frac{d\theta}{dt} + c\theta = fnsi \qquad \text{avec} \qquad i = \frac{\Sigma E}{R},$$

R étant la résistance *totale* du circuit. La somme des forces électromotrices ΣE se compose de $F(t)$ développée par l'aimant dans le solénoïde, $-fsn\frac{d\theta}{dt}$ développée par le déplacement du cadre, et $-L\frac{di}{dt}$ par l'induction des spires sur elles-mêmes; d'où

$$Ri = F(t) - fsn\frac{d\theta}{dt} - L\frac{di}{dt};$$

comme on peut négliger le coefficient L de self-induction du système, l'élimination de i est immédiate et l'on trouve

$$\mu \frac{d^2\theta}{dt^2} + \left(q' + \frac{f^2 s^2 n^2}{R}\right)\frac{d\theta}{dt} + c\theta = \frac{fsn}{R} F(t).$$

Le coefficient d'amortissement du galvanomètre est donc représenté par

$$\alpha = -\frac{1}{2\mu}\left(q' + \frac{f^2 s^2 n^2}{R}\right).$$

poli; le point brillant qui s'y forme oscille pendulairement suivant une petite ligne verticale; avec une loupe on en observe l'image réelle, réfléchie sur le miroir concave du galvanomètre; on obtient ainsi une ligne lumineuse dont chaque point a pour abscisse verticale le mouvement pendulaire de l'aimant, et pour ordonnée horizontale la déviation du galvanomètre. Le choix de la durée d'oscillation, voisin de $\frac{1}{7}$ de seconde, permet une persistance visuelle suffisante pour donner l'impression d'une ligne continue sans empêcher cependant de reconnaître le sens de la description de la courbe. Voici les principales expériences qu'on peut faire avec ces deux appareils et une boîte de résistances auxiliaires :

» 1° *Influence de la grandeur de l'amortissement sur la durée du régime variable.* — On ferme le circuit du galvanomètre par l'un des circuits du solénoïde, de préférence par celui dont la résistance est le plus faible (circuit C_1), et l'on met l'aimant en oscillation : l'image atteint presque aussitôt une figure permanente ; le régime variable ne dure donc que quelques instants, et le régime stable persiste ensuite indéfiniment.

» Les périodes d'oscillation de l'aimant et du galvanomètre n'ont pas besoin d'être très voisines ; elles peuvent différer de 10, 20 pour 100 et même davantage, sans que la synchronisation cesse d'avoir lieu rapidement, grâce à la grandeur du coefficient d'amortissement du galvanomètre fermé sur une faible résistance.

» Si l'on introduit progressivement dans le circuit des résistances auxiliaires, la durée du régime variable augmente parce que l'amortissement diminue (en raison inverse de la résistance totale), mais le régime stable finit toujours par s'établir. Cependant, avec les grandes résistances, la durée du régime variable serait si longue qu'il deviendrait nécessaire, pour en observer la fin, d'entretenir les oscillations de la lame vibrante.

» 2° *Forme de la courbe : cas de l'ellipse.* — La forme de la courbe dépend de la distribution magnétique de l'aimant et des trajectoires de ses points : on obtient des courbes particulières avec un aimant gros et court. Mais avec une aiguille mince et longue, dont l'extrémité décrit un élément d'axe du solénoïde, on obtient, comme dans les expériences de Lissajous, une ellipse parfaitement régulière ; on peut même la transformer sensiblement en un cercle en réglant l'intensité magnétique de l'aiguille ou la longueur du bras qui porte le point brillant.

» Ce résultat est une vérification des lois précédentes : on sait, en effet, que la force électromotrice d'induction, et par suite l'intensité dans le circuit, sont proportionnelles à la vitesse du pôle d'aimant qui se dé-

place axialement dans l'intérieur d'un solénoïde suffisamment long. Le déplacement du pôle étant pendulaire, l'intensité du courant ou la force synchronisante, proportionnelle à la dérivée du déplacement par rapport au temps, suit donc aussi la loi pendulaire simple, mais avec un quart de période comme différence de phase inhérente aux arguments de la fonction circulaire et de sa dérivée. La forme elliptique de la courbe prouve que, conformément aux résultats ci-dessus, le déplacement du système synchronisé suit la même loi pendulaire que la force synchronisante.

» 3° *Influence de la grandeûr de l'amortissement sur la différence de phase. Deux cas extrêmes.* — La discussion de l'expression de $\Phi - \psi$ (6) montre que la variation du coefficient d'amortissement α agira d'une manière différente suivant la grandeur relative de α^2 et de $4\pi^2\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{\theta^2}\right)$. On peut donc distinguer deux cas extrêmes.

» *a*. La différence des périodes est grande : α devient négligeable devant l'autre terme, α n'intervient plus qu'au numérateur, et alors la différence de phase varie dans le même sens que l'amortissement. L'expérience montre en effet que, si l'on supprime progressivement les résistances auxiliaires du circuit, l'ellipse s'incline de plus en plus sur la diagonale du rectangle circonscrit. L'effet devient très démonstratif si, par un artifice convenable, on rend constant le rectangle circonscrit; on y parvient en augmentant la force électromotrice proportionnellement à la résistance totale du circuit : l'intensité du courant n'est pas modifiée, mais α varie en raison inverse de la résistance. C'est dans ce but que les deux circuits C_1 et C_2 du solénoïde ont été préparés : si, pendant l'oscillation de l'aimant, on substitue, par le jeu d'un commutateur, l'un des circuits à l'autre, on voit l'ellipse, presque verticale dans le cas du circuit en tension C_2, s'incliner sur la diagonale avec le circuit en quantité C_1.

» *b*. Si, au contraire, les deux périodes sont très voisines, c'est le terme en α^2 qui prend l'importance au dénominateur, ce qui tend à renverser son influence, car α est en facteur au numérateur. Aussi, contrairement au cas précédent, c'est avec les grandes résistances que l'ellipse s'incline le plus sur la diagonale du rectangle. Toutefois, le phénomène est moins simple, parce que l'amplitude B du galvanomètre (côté horizontal du rectangle) grandit beaucoup, ainsi qu'on le voit à l'inspection de (5).

» 4° *Influence de la différence des périodes sur la différence de phase.* — Lorsque l'amortissement est faible, la différence de phase (6) est petite : mais on peut accroître cette différence en faisant varier convenablement

la différence des périodes : l'expression tang $2\pi(\Phi - \psi)$ devient même infinie pour une valeur de T voisine de Θ, ce qui rend la différence de phase égale à $\frac{1}{4}$, laquelle, ajoutée à la fraction $\frac{1}{4}$, inhérente au dispositif, produit $\frac{1}{2}$. L'ellipse se réduit alors à une diagonale du rectangle.

» L'expérience vérifie de tout point ces conclusions; il suffit, toutes choses égales d'ailleurs, de faire marcher le curseur progressivement dans le même sens : l'ellipse stable s'aplatit de plus en plus, devient une droite et reparaît au delà, mais avec un sens de description inverse. »

CHIMIE. — *Sur quelques alliages cristallisés des métaux du platine et de l'étain.* Note de M. **H. Debray.**

« Il y a plus de trente ans, à l'origine de nos recherches sur les métaux du platine, nous avons, H. Sainte-Claire Deville et moi, montré que l'étain pouvait s'unir aux métaux du platine, et donner avec eux des alliages cristallisés.

» A cette époque, la préparation des métaux purs autres que le platine était impossible, et nous ignorions un fait, que j'ai constaté depuis, à savoir que ces alliages cristallisés s'altèrent profondément au contact prolongé des acides. Enfin la méthode d'analyse dont nous faisions usage alors laissait à désirer (1). Pour toutes ces raisons, il m'a paru utile de reprendre l'étude de ces composés en partant de matières pures et en employant de meilleures méthodes d'analyse.

» On fond dans un creuset de porcelaine les métaux du platine, amenés à l'état de poudre métallique, avec vingt, trente et même cinquante fois leurs poids d'étain de Banca, qui est parfaitement pur. La combinaison a lieu avec dégagement de chaleur et l'on traite le culot, refroidi lentement, par l'acide chlorhydrique concentré ou étendu, suivant le cas.

» *Alliage de platine et d'étain.* — On ne peut l'obtenir que par l'action d'un acide très étendu sur un alliage contenant 2 pour 100 de platine environ. Le culot se dissout peu à peu et sa surface se hérisse de lamelles brillantes que l'on détache facilement de la masse non attaquée, en les touchant avec une baguette de verre. Si l'on attaque par l'acide étendu un

(1) Nous nous servions d'un courant de gaz sulfhydrique dans lequel était chauffé l'alliage. L'étain se volatilisait à l'état de protosulfure, mais cette volatilisation est incomplète, surtout avec l'iridium et le rhodium.

alliage à 10 pour 100 de platine, on voit apparaître dans le culot de larges facettes, qui ressemblent à des faces de clivage, mais il est impossible de les séparer du reste du culot, parce que l'action de l'acide s'arrête et que, si l'on emploie de l'acide plus concentré ou si l'on chauffe, on obtient des lamelles ou des écailles noirâtres de composition variable, résultant de l'altération de l'alliage défini. Il faut arriver à 50 parties d'étain pour 1 partie de platine, pour avoir des cristaux faciles à enlever; mais, même dans ce cas, l'attaque du culot n'est pas complète. Il reste toujours une masse que l'acide étendu n'attaque plus à froid et dont on ne peut retirer, soit à chaud, soit par l'acide concentré, qu'un des produits de l'altération du véritable alliage.

» La composition des lamelles brillantes répond à la formule $PtSn^4$:

	Trouvé.		Calculé.
Platine	29,0	29,5	29,6
Étain	71,0	70,5	70,4

» On a déterminé cette composition, en chauffant l'alliage au rouge vif, dans un courant d'acide chlorhydrique. La matière est contenue dans une nacelle de porcelaine. L'étain se volatilise à l'état de chlorure d'étain, et le platine reste à l'état de masse agglomérée d'un bel éclat métallique. Il est nécessaire de chauffer fortement pour enlever tout l'étain; mais il est facile de vérifier si le platine en contient encore, en dissolvant le métal de l'analyse dans l'eau régale et précipitant le platine à l'état de jaune de platine dans une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque.

» On peut encore attaquer l'alliage pulvérisé et mélangé de deux fois son poids de sel marin par le chlore sec. L'opération se fait dans un tube de verre chauffé vers le rouge. L'attaque de l'alliage est très vive; elle donne du bichlorure d'étain très volatil et un chlorure double de platine et de sodium soluble dans l'eau, où l'on dose facilement le platine.

» C'est par ces deux méthodes, l'emploi de l'acide chlorhydrique gazeux ou du chlore en présence du sel marin, qu'ont été faites les analyses des alliages de l'étain avec le rhodium, l'iridium et le ruthénium, dont il me reste à parler.

» *Alliage de rhodium.* — Comme il est inaltérable à froid, par l'acide chlorhydrique concentré, du moins quand le contact ne se prolonge pas trop, on l'obtient facilement en petits cristaux brillants, doués d'un bel éclat métallique, quand on laisse en contact, pendant douze à quinze

heures, un culot à 3 pour 100 de rhodium avec de l'acide chlorhydrique légèrement étendu, à une température voisine de 0°.

» Sa composition répond à la formule $RhSn^3$.

	Calculé.	Trouvé.	
Rhodium	22,3	22	22
Étain	77,7	78	78

» *Alliage d'iridium.* — Se prépare comme celui du rhodium, avec un alliage à 6 pour 100 d'iridium. Il est également en petits cristaux qui sont probablement des octaèdres réguliers répondant à la formule $IrSn^3$.

	Calculé.	Trouvé.	
Iridium	35,9	36,30	35,8
Étain	64,1	64,0	64,2

» *Alliage de ruthénium* $RuSn^3$. — C'est le plus beau des alliages de l'étain et des métaux du platine. On l'obtient en belles trémies en fondant du ruthénium avec 10 fois son poids d'étain. Le culot, lentement refroidi, est attaqué par de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau. L'étain se dissout lentement et laisse apparaître les trémies de l'alliage incrustées dans le culot.

» L'osmium, on le sait, ne donne pas d'alliage avec l'étain : il cristallise dans ce métal. »

ZOOLOGIE. — *Progrès du laboratoire Arago.* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« L'Académie, en plus d'une circonstance, a bien voulu donner des marques d'intérêt aux efforts que je fais pour étendre les études zoologiques. En particulier, elle s'est associée efficacement au développement de l'une des deux stations maritimes que j'ai créées et qui, aujourd'hui, est aussi florissante qu'on puisse le désirer. Aussi je lui demande la permission, en arrivant du laboratoire Arago, de lui rendre compte des dernières améliorations que je viens d'apporter à l'organisation de la station de Banyuls.

» Dans une séance du commencement de l'année, j'avais dit que je partais pour aller installer une machine à vapeur destinée à fournir l'eau nécessaire à l'entretien de l'aquarium, et que peut-être j'irais jusqu'à la

lumière électrique. Mais il s'agissait alors pour se décider de résoudre une question d'argent.

» Aujourd'hui les deux choses sont faites.

» Une machine à vapeur fixe horizontale de 7^{chx} actionne une pompe rotative Dumont qui lance à 15^m de hauteur, sur le monticule situé à l'est de l'établissement, une colonne d'eau de 75^{mm} de diamètre, fournissant 25^{mc} à l'heure, ce qui permet, en cinq ou six heures, de remplir la citerne ayant 125^{mc}.

» L'alimentation des bacs de l'aquarium est donc aujourd'hui constamment assurée, et je n'ai plus à redouter les inégalités d'action d'un moulin automoteur qui devait déjouer les tempêtes et qui, après m'avoir causé de grandes dépenses en réparations, a piteusement fini dans un coup de vent ordinaire du mistral.

» Enfin, une nouvelle prise d'eau, effectuée dans un puisard que M. Cutzac, ingénieur des Ponts et Chaussées à Perpignan, a fait creuser au milieu des rochers sous-marins et protéger contre les lames, fournit à l'alimentation de la pompe une eau de la plus parfaite pureté.

» Je ne saurais trop remercier M. Liébaut, membre de la Société nationale d'Agriculture, ingénieur de la maison de construction de MM. Weyher et Richemond. Ces messieurs ont si bien étudié l'aménagement qui m'était nécessaire que tout marche parfaitement. Ils m'ont fait surtout des conditions d'acquisition telles que j'ai pu aborder l'installation de la lumière électrique.

» Pendant que la pompe marche et refoule l'eau dans la citerne, une dynamo Edison est actionnée, et il est possible de charger trente accumulateurs ou bien d'éclairer directement dix cabinets de travail, la bibliothèque au premier étage et l'aquarium au rez-de-chaussée.

» La dynamo peut faire fonctionner 25 lampes de 10 volts, et la marche de la machine à vapeur est à ce point bien réglée que les lampes n'éprouvent pas la moindre oscillation, bien que les courants leur arrivent directement sans passer par les accumulateurs pris souvent comme régulateurs.

» Une lampe de plongeur nous permet d'éclairer l'intérieur des bacs et d'observer les impressions différentes que fait la lumière sur des animaux divers.

» En emportant en mer une batterie suffisante et suffisamment chargée d'accumulateurs, nos jeunes scaphandriers pourront mieux chercher dans les grottes sous-marines.

» Mercredi dernier, à la nuit, j'avais fait éclairer par 12 lampes l'aquarium et le bassin central avec jet d'eau par la lampe sous-marine. La lumière a été telle que des vues photographiques de la salle ont pu être prises et très bien réussies.

» Pour l'hiver, et la station de Banyuls, on le sait, est surtout une station d'hiver, cette condition d'éclairage est une amélioration considérable. Les crépuscules sont en effet de très courte durée à Banyuls. La cime des Pyrénées s'élève haute et abrupte au couchant du laboratoire et, dès que le soleil disparaît derrière les Albères, la lumière décroît très rapidement et devient tout à fait insuffisante pour le travail dès 3^h à $3^h 30^m$. Aussi, quand chaque travailleur n'aura qu'à toucher un bouton pour allumer la lampe à incandescence de son cabinet de travail, il reconnaîtra bien vite combien est grande l'amélioration qui vient d'être apportée à l'organisation du laboratoire Arago.

» Le département des Pyrénées-Orientales m'est venu en aide dans cette circonstance, et je dois adresser tous mes remerciements au Conseil général qui a accueilli aussi favorablement ma demande de fonds.

» Il manque bien encore quelques parties pour que l'installation soit aussi complète que possible. Ainsi le magasin aux apparaux, où nous plaçions nos filets, nos engins divers, est devenu salle des machines et est occupé presque entièrement par elles; il faudra bien en construire un nouveau. Il me manque aussi un ampèremètre, des lampes de plus de volts, une lampe à arcs avec puissants réflecteurs, etc.; mais je ne doute pas que, après avoir obtenu en trois mois les fonds nécessaires à l'établissement de ce que j'appellerai le *gros œuvre de l'installation électrique*, je ne trouve des amis de la Science assez dévoués pour me donner ce qui sera nécessaire afin de compléter les appareils dans quelques détails.

» En signalant à l'Académie la disposition nouvelle et éminemment favorable aux études que présente aujourd'hui l'aménagement du laboratoire Arago, mon but est double. Je veux d'abord remercier tous ceux qui ont contribué à ces améliorations importantes, mais je tiens aussi beaucoup à prendre date.

» Il est des aquariums qui appellent un public, soit savant, soit profane mais payant, et qui ont une grande renommée; néanmoins, ils ne sont pas encore éclairés par la lumière électrique, et, si l'on dit souvent qu'en France nous sommes en arrière, que nous n'avons pas les choses nécessaires au travail scientifique, dans le cas actuel on ne pourra pas du moins nous taxer de retardataires : car je ne crois pas qu'il y ait encore beaucoup de

stations zoologiques marines, si même il en existe, qui soient dotées de l'éclairage électrique; les plus connues ne le sont pas, et je sais telle station étrangère fort en vue qui se préoccupe de savoir quels avantages seront obtenus par l'installation qui vient d'être effectuée à Banyuls.

» Un savant zoologiste russe, qui plusieurs années de suite a travaillé au laboratoire de Roscoff, était parmi nous il y a huit jours à peine; il était venu pour connaître les conditions de travail réunies au laboratoire de Banyuls. J'ai même eu le plaisir de lui présenter l'allumette qui, pour la première fois, allait mettre le feu sous la chaudière et actionner les machines. J'ai voulu, en agissant ainsi, qu'il pût rapporter dans son pays, ou dans ceux qu'il traversera, un souvenir et cette impression que nous avons conservé toute notre ardeur pour les progrès et tout notre amour pour la Science.

» En visitant l'aquarium, où pendant le mois d'avril dernier j'ai encore construit des cuves de cristal montées sur de belles et grandes tables de marbre noir, mon ami et collègue étranger a pu lire les noms des divers donateurs inscrits sur chacun des instruments de travail donnés; et, comme il s'étonnait du nombre et de la situation des personnes généreuses qui ont enrichi la station, je le faisais monter dans la bibliothèque, où il trouvait des dons non moins importants et les noms de ceux qui les avaient faits imprimés en lettres d'or au dos des volumes.

» M. de Korotneff a pu constater ainsi, et je n'ai pas besoin d'insister sur le plaisir que j'avais à le lui faire remarquer, que les dernières améliorations dans la bibliothèque et dans le reste de l'établissement, comme je viens de le dire, étaient dues à l'initiative privée et, par cela même, restaient tout à fait en dehors de l'action administrative. Aussi emporte-t-il cette conviction qu'il reste encore parmi nous bien des personnes animées de ce feu sacré qui a toujours poussé notre pays dans la voie du progrès. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la transmissibilité de la radiation solaire par l'atmosphère terrestre*. Note de M. **A. Crova.**

« Dans mes précédentes recherches ([1]), j'avais adopté pour le calcul de la transmissibilité T par l'atmosphère et de la constante solaire Q les

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1205. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XI, p. 443, et t. XIX, p. 167.

formules suivantes

$$\text{stang} = c + mx, \qquad T = e^{\frac{1}{c+mx}}, \qquad y = \frac{Q}{(1+ax)b},$$

qui donnent les intensités calorifiques y en fonction des épaisseurs atmosphériques x; c et m sont deux constantes numériques qui donnent la sous-tangente de la courbe; $a = \frac{m}{c}$ et $b = \frac{1}{m}$ deux facteurs qui servent à calculer la constante solaire Q.

» L'emploi de ces formules était justifié par la proportionnalité observée des sous-tangentes aux abscisses, qui exclut la formule exponentielle adoptée par Pouillet, et par leur accord avec l'observation.

» Mais l'on pourrait objecter que les constantes c, m, a et b n'ont pas de signification physique; et ces formules exigent des calculs assez longs.

» La discussion des courbes données par mon enregistreur m'a porté à chercher si, tout en conservant mes formules, il ne serait pas possible de les simplifier sans diminuer leur exactitude, de réduire le nombre des constantes et d'établir leur signification.

» En comparant les valeurs des constantes a et b dans les formules précédemment obtenues, j'ai vu qu'elles ne suivent aucune loi définie; elles peuvent varier entre certaines limites sans altérer sensiblement la concordance des résultats observés et calculés, la diminution de l'une pouvant être partiellement compensée par un accroissement convenable de l'autre; enfin, la plupart des valeurs de a oscillent de part et d'autre de l'unité. J'ai cherché si, en faisant $c = m$, ce qui donne $a = 1$, les formules s'accorderaient aussi bien avec l'observation. En posant

$$\frac{1}{c} = p, \qquad y = \frac{Q}{(1+x)^p},$$

on a

$$\text{stang} = c(1+x), \qquad T = e^{\frac{1}{c(1+x)}} = e^{\frac{p}{1+x}},$$

équation d'une courbe hyperbolique qui a pour asymptote l'axe des x et pour ordonnée à l'origine la constante solaire.

» Les constantes sont ainsi réduites à deux : l'une Q, qui est la constante solaire; l'autre p, qui est liée à la valeur de la transmissibilité par la formule

$$p = (1+x)\text{L.T.}$$

» La transmissibilité s'obtient par cette considération que la courbe n'est pas une exponentielle, mais qu'elle peut être considérée comme le

lieu géométrique des intersections d'une série d'exponentielles correspondant à des valeurs de T croissant avec x

$$\text{stang} = \frac{y}{\frac{\partial y}{\partial x}} = -\frac{1}{\text{L.T}}, \qquad \text{d'où} \qquad \log T = -\frac{M}{\text{stang}}.$$

» En différentiant l'équation

$$y = \frac{Q}{(1+x)^p},$$

on obtient

$$\frac{\frac{\partial y}{\partial x}}{y} = \frac{p}{x+1} \qquad \text{et} \qquad \text{L.T} = -\frac{p}{x+1}.$$

» Aux limites de l'atmosphère,

$$x = 0, \qquad y = Q, \qquad \text{L.}T_0 = -p.$$

» La transmissibilité initiale T_0, quand la radiation pénètre dans la première couche atmosphérique, est donc

$$T_0 = e^{-p};$$

elle augmente avec x suivant les ordonnées d'une logarithmique; pour une épaisseur traversée $= x$, elle est

$$T = e^{-\frac{p}{1+x}},$$

et tend asymptotiquement vers l'unité quand x tend vers l'infini.

» Pour calculer p et Q, je passe des courbes horaires des calories aux courbes donnant y en fonction de x, au moyen de la formule de Laplace, quand la hauteur du Soleil est inférieure à 25° et, pour plus de simplicité, au moyen de la formule des sécantes au-dessus de 25°; dans ce dernier cas, on sait que les deux formules donnent les mêmes résultats ([1]). Je mesure sur cette courbe les valeurs de y correspondant à des valeurs de $x = 1, 2, 3, 4, \ldots$; p s'obtient au moyen d'un couple de deux observations; sa valeur est

$$p = \frac{\log \frac{y}{y'}}{\log \frac{1+x'}{1+x}}.$$

([1]) Contrairement à ce que j'ai bien spécifié dans mes premières recherches déjà citées, M. Frölich dit (*Wiedemann Annalen*, neue Folge, Bd. XXX, p. 590; 1887)

» En calculant les valeurs de p au moyen de couples de valeurs consécutives de x, 1 et 2, 2 et 3, ..., pour un grand nombre de courbes, je suis arrivé aux résultats suivants :

» 1° Il peut arriver que les valeurs successives de p s'écartent peu de part et d'autre d'une valeur moyenne, sans qu'il y ait une loi de variation; dans ce cas, qui est très rare du reste, on est certain que la constitution de l'atmosphère n'a pas sensiblement varié pendant la journée, que la courbe horaire est symétrique et la courbe définitive exactement calculable.

» 2° Les valeurs de p vont en augmentant ou en diminuant d'une manière continue; dans ce cas, la formule ne permet pas de calculer la courbe; le pouvoir absorbant varie avec le temps d'une manière continue et la notion d'unité d'épaisseur ou de masse atmosphérique ne répond plus à aucune valeur fixe.

» 3° Enfin, p varie brusquement et d'une manière considérable; on se trouve alors en présence de journées pendant lesquelles l'atmosphère, quoique sans nuages apparents, varie rapidement de constitution et possède des pouvoirs absorbants très différents aux diverses heures de la journée.

» Le calcul de p est facile et permet de juger immédiatement si une courbe peut être calculée; la construction graphique de la sous-tangente, plus difficile et moins certaine, conduit du reste aux mêmes résultats.

» Voici les valeurs des deux constantes pour quelques journées de 1886. Sur 230 courbes enregistrées, je n'en ai trouvé que 8 calculables, approximativement symétriques [1].

Dates.	Q.	p.	T_0.
8 mars	1,979	0,516	0,595
11 mars	1,886	0,692	0,498
9 septembre	1,865	0,700	0,496
22 novembre	2,433	0,536	0,535
23 novembre	2,703	0,602	0,546
24 novembre	1,964	0,551	0,575
27 novembre	2,624	0,643	0,523
26 novembre	2,349	0,560	0,570
		Moyenne	0,546

« que je suis tombé dans l'erreur qui consisterait à employer la loi des sécantes dans mes recherches ».

[1] Les valeurs les plus élevées de Q ont été obtenues du 22 au 27 novembre, période caractérisée par un abaissement assez rapide de température précédé de quelques

» Il est à remarquer que les valeurs de la constante solaire varient entre des limites assez étendues; selon le pouvoir absorbant de l'atmosphère, un plus ou moins grand nombre de radiations simples sont, en effet, entièrement éteintes avant d'arriver à la surface du sol; les journées les plus froides et les plus sèches donnent les plus grandes valeurs de Q.

» On ne doit pas confondre le coefficient de transmissibilité T avec le coefficient de transmission à travers une épaisseur atmosphérique; ce dernier coefficient est, en effet,

$$t = \frac{y'}{y} = \left(\frac{1+x}{1+x'}\right)^p,$$

lorsque $x' = x + 1$.

» Pour une valeur moyenne de $p = 0,576$, on obtient

$x =$	0	1	2	3	4
T =	0,5621	0,7498	0,8245	0,8559	0,8912

Moyennes de T...	0,6559	0,7871	0,8402	0,8375
» *t*...	0,6709	0,7935	0,8473	0,8793

» Les valeurs de *t* sont toujours supérieures aux moyennes de T.

» Les courbes ont été tracées en construisant l'enveloppe des points supérieurs de retour; il n'est donc pas étonnant que nous obtenions des valeurs de Q supérieures à celles que donnent les actinomètres à observations intermittentes, qui généralement ne peuvent saisir ces maxima. On voit que les valeurs maxima de cette constante tendent à se rapprocher de 3^{Cal}, nombre obtenu par M. Langley. Il est probable qu'à des altitudes un peu considérables on atteindrait facilement cette valeur.

» Pendant toute l'année, on observe que, même pour les journées très approximativement symétriques, les ordonnées de la courbe des calories en fonction des épaisseurs ont une tendance à être trop petites et à donner des valeurs un peu trop faibles de *p* dans la partie qui correspond aux observations voisines de midi; cela tient à la dépression de midi que j'ai déjà signalée (1) et qui se manifeste même par les plus belles journées; il est utile de tenir compte de cette circonstance perturbatrice en rectifiant la courbe horaire à ce point.

---

gelées blanches et par une pression atmosphérique sensiblement constante et assez élevée, comme on peut le constater sur les graphiques que nous avons publiés dans le *Bulletin météorologique de l'Hérault* (1866).

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 962.

» Enfin, nous ferons remarquer que les valeurs de p, et par suite celles de T, sont indépendantes de Q; elles sont donc les mêmes, que la courbe soit étalonnée ou rapportée à une échelle arbitraire. Les valeurs de p sont caractéristiques de l'absorption atmosphérique, et leur constance ou leurs variations donnent une idée très nette de la transparence calorifique de l'atmosphère à diverses époques. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rhizome fossilisé du* Nymphæa Dumasii *Sap.*; par M. G. DE SAPORTA.

« Une découverte récente de M. Lombard-Dumas est venue me faire connaître le rhizome ou tige rampante d'un *Nymphœa* tertiaire, dont j'avais décrit les feuilles sous le nom de *N. Dumasii*, dans mon Mémoire intitulé *Les organismes problématiques des anciennes mers* ([1]). Ces feuilles, dont la conservation ne laisse rien à désirer, sont fossilisées en demi-relief, c'est-à-dire qu'une de leurs faces s'est imprimée dans le sédiment, exclusivement à l'autre incorporée à la masse de l'assise superposée. L'espèce provient d'une mollasse d'eau douce « oligocène » *alésien* de Dumas, dont les strates, formées d'éléments très fins, passent accidentellement au grès et au calcaire concrétionné, accusant ainsi l'action d'eaux précipitant le carbonate de chaux de manière à cimenter, par places, la vase marno-sableuse à mesure qu'elle se déposait. Cette action, exercée par intermittence, a entraîné la fossilisation d'un certain nombre de végétaux qui, en dehors du *Nymphœa*, comprennent un *Equisetum* ([2]) de grande taille. C'est encore à cette action que nous sommes redevables de la préservation de plusieurs traces d'Invertébrés en marche, entre autres de la piste d'un Dytique.

Les vestiges de rhizomes de Nymphéacées ne sont pas rares dans les diverses parties du tertiaire; mais l'extrême beauté et la conservation intégrale de celui que je signale méritent une mention, dès qu'il s'agit d'un moule résultant du comblement de la cavité laissée par l'ancien organe dans le sédiment qui l'avait recouvert. Sans remonter jusqu'au *Nymphœa Arethusœ* de Brongniart, dont la tige, recueillie dans les meulières de

---

(1) P. 23, Pl. III et IV; Paris, Masson, 1884.

(2) Voir *Foss. vég. et traces d'Invertébrés associés dans les anciens terrains*, par le marquis DE SAPORTA (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XIV, p. 422-429, Pl. XX, fig. 2-4, XXI et XXII).

Longjumeau attira l'attention de ce savant, grâce à la coïncidence qui lui avait fait rencontrer peu auparavant une tige desséchée du *Nymphœa alba* L. ([1]), il convient de remarquer que jusqu'à ce jour les rhizomes fossiles des Nymphéacées s'étaient constamment présentés en demi-relief, l'un de leurs côtés, par le fait de la compression, adhérant à l'assise dont ils occupaient le plan inférieur. C'est toujours ainsi qu'il m'avait été donné de recueillir ces sortes d'organes, et cette particularité était plutôt confirmée que démentie par l'observation d'un magnifique rhizome fossile de l'*Anœctomeria Brongniartii* Sap., d'Armissan, qui existe au Muséum. En effet, la face de ce rhizome opposée à celle qui est visible, étroitement adhérente à l'intérieur de la plaque, ne saurait en être détachée, bien qu'il soit possible de distinguer encore les linéaments de la limite correspondant au plan de jonction de la partie incorporée avec l'intérieur de la roche. On est bien obligé de convenir que le procédé de fossilisation en demi-relief, mieux en rapport sans doute que tout autre avec la nature des rhizomes en question, est celui qui a le plus généralement prévalu chez les Nymphéacées.

» Il n'en est pas de même du rhizome que je signale et qui, par une heureuse exception, après avoir été moulé en plein, se trouve entièrement détaché de la gangue. Sauf l'organisation intérieure remplacée par une substance amorphe, il offre toute l'apparence extérieure, préservée jusque dans les moindres détails superficiels, de l'ancien organe.

» C'est un tronçon cylindroïde, long de $0^m,26$ à $0^m,27$, tronqué et un peu comprimé antérieurement, recouvert sur son pourtour entier de coussinets saillants avec cicatrices d'insertions foliaires et radiculaires, mesurant une épaisseur diamétrale de $0^m,10$ à $0^m,11$, $0^m,12$ au plus dans la partie comprimée. Ces dimensions accusent une plante des plus robustes, offrant des proportions trois à quatre fois supérieures en diamètre à celles des parties caulinaires correspondantes du *Nymphœa alba* L., tandis que les feuilles connues du *N. Dumasii*, dont j'ai figuré les principales ([2]), dépassent du double seulement celles de l'espèce indigène.

» Moulé aussi parfaitement que s'il avait été confié à un artiste, le rhizome du *Nymphœa Dumasii* peut être examiné dans les plus petits accidents de sa structure superficielle. On sait que ces sortes de tiges

---

([1]) *Voir* le Mémoire initial d'Ad. Brongniart *Sur la classification et la distribution des végétaux fossiles*, p. 330, Pl. XVII, fig. 9. (Extrait des *Annales du Muséum*, t. VIII.)

([2]) Mémoire précité *Sur les organismes problématiques*, Pl. III et VI.

rampent au fond de l'eau, et, tandis qu'elles produisent des feuilles et des fleurs (celles-ci tenant le rang de feuille) à leur extrémité antérieure, elles émettent des radicules, groupées au-dessous de la base des pétioles, sur la déclivité des coussinets sur lesquels ces pétioles se trouvent implantés. Ces radicules s'allongent et gagnent la vase soit directement, soit en se détournant latéralement pour l'atteindre et attacher le rhizome au sol sous-lacustre. Puis, à mesure que le rhizome se prolonge, les feuilles devenues anciennes se détachent ainsi que les radicules, en laissant les cicatrices de leur insertion qui restent visibles sur les coussinets. Ceux-ci s'élargissent et se gonflent, en même temps que le rhizome lui-même s'épaissit jusqu'au moment où son extrémité postérieure se détruit, à mesure que la vie l'abandonne, reportée incessamment vers les parties jeunes, les seules susceptibles d'accroissement, Le rhizome fossile représente justement un tronçon intermédiaire entre les parties anciennes oblitérées et les parties tendres et nouvelles qui, à raison de leur inconsistance, n'ont pu se prêter à la fossilisation. Ce tronçon, véritable magasin de fécule, a été moulé en pleine vitalité, alors cependant que non seulement les feuilles, mais les radicules s'étaient détachées en laissant après elles des cicatrices semblables à celles qui parsèment les tiges actuelles de Nymphéacées, à la même période de végétation. Aucune radicule n'était en place, lors du passage à l'état fossile; mais on remarque çà et là, sur les côtés et en dessous, des traces en forme de sillon, marquant leur trajet, peut-être aussi quelques résidus collés contre les dépressions qui séparent les coussinets. Ceux-ci, disposés dans un ordre quinconcial, constituent autant d'écussons rhomboïdaux, gonflés en pelote, plus étalés en largeur sur la face supérieure que le long des côtés du rhizome, où ils se détournent pour se conformer à la direction ascendante qu'ont dû suivre les feuilles au moment de leur émission. Ils n'offrent dans leur structure, ni dans l'ordonnance des cicatrices des canaux aériens pétiolaires ou des radicules, rien qui les distingue de ceux d'autres espèces fossiles déjà connues, particulièrement des *Nymphœa gypsorum* Sap., d'Aix, et *polyrhiza* Sap., ce dernier du tongrien de Saint-Zacharie. Ce qu'il faut remarquer, c'est la compression subie par l'ancien organe et qui, à peu près nulle dans la partie postérieure et relativement ancienne du rhizome, dont la résistance sur ce point a triomphé de la pesée du sédiment, a porté exclusivement sur l'extrémité antérieure plus jeune et nécessairement plus tendre. La compression est sensible sur ce point, puisque l'aplatissement s'y traduit par une différence notable du diamètre horizontal, qui est de

$0^m,1$, comparé au diamètre vertical réduit à $0^m,06$. La saillie des coussinets et la netteté des cicatrices sont aussi relativement émoussées dans cette même partie.

» Il est encore un enseignement à retenir à propos de ce curieux fossile : il s'agit de l'examen du procédé auquel nous le devons. Nul doute qu'il n'ait été le produit d'un remplissage par précipitation chimique et que la matière minérale dont il est formé ne soit venue combler une cavité préexistante, cavité résultant de la dissolution de l'ancien organe préalablement moulé. Or, il paraît, d'après les indications de M. Lombard-Dumas, que la gangue d'enveloppe aurait été assez peu consistante, de sorte qu'en retirant le fossile il ne serait resté que des fragments des parois du moule. Cette inconsistance, jointe à la finesse de la pâte marno-sableuse du sédiment, suffit peut-être pour rendre compte de l'opération qui a dû s'effectuer, et qui n'est pas sans analogie avec les procédés employés par l'homme pour le moulage des substances métalliques en fusion. Il a fallu certainement que la substance du rhizome tertiaire, une fois recouvert par un sédiment assez ductile pour en mouler exactement le pourtour, assez perméable pourtant pour donner passage à l'eau, se ramollît d'abord et disparût ensuite, réduite en bouillie et fondue entièrement dans le liquide qui la baignait. C'est à la suite de cette dissolution des parcelles organiques que l'action chimique a dû se produire par l'intermédiaire d'eaux à la fois calcaires et ferrugineuses. En effet, l'aspect et la pesanteur du fossile semblent accuser un mélange de carbonates de chaux et de fer associés dans des proportions que l'analyse pourrait déterminer. Cet exemple n'est pas le seul, et j'ai décrit antérieurement un tronc de Fougère arborescente de la craie inférieure des environs du Havre [1], *Protopteris Duplessyana* Sap., converti en une substance semblable et sans doute fossilisé par le même procédé qui mériterait de fixer l'attention des savants plus familiers que je ne le suis avec les recherches de Chimie, appliquées à la genèse minéralogique des roches. »

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie de la traduction allemande de la seconde Partie de son « Cours de machines », relative aux moteurs hydrauliques.

---

[1] *Végétation fossile de la craie inférieure du Havre*, p. 7, Pl. II et III, fig. 2.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Abich*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

M. de Dechen obtient.	33 suffrages
M. Scacchi »	5 »

M. de Dechen, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

NAVIGATION. — *Rapport sur les vitesses produites par les marées de l'océan Pacifique et de la mer des Antilles dans un canal établissant une communication libre entre ces deux mers;* par M. **Bouquet de la Grye** (¹).

« L'Académie des Sciences, dans la séance du 24 mai 1886, sur la demande de M. de Lesseps, a nommé une Commission pour examiner l'influence qui résulterait des dénivellations régulières de l'océan Pacifique et de l'océan Atlantique sur le régime d'un canal traversant à niveau l'isthme de Panama.

» L'un des Membres de la Commission s'étant mis en rapport avec l'illustre promoteur du canal de Suez, pour obtenir des renseignements sur les marées qui se produisent aux deux extrémités du canal projeté, a reçu de lui dernièrement un volumineux dossier contenant des observations intéressantes sur le niveau des eaux à Panama et à Colon, ainsi que des indications sur le tracé du canal, sa section, la température et la salure des deux mers.

» Nous allons analyser ces divers documents.

(¹) La Commission chargée de présenter ce Rapport se composait des Membres de la Section de Géographie et de Navigation, auxquels ont été priés de s'adjoindre MM. Daubrée, Favé, Lalanne, de Jonquières et Boussinesq; Rapporteur, M. Bouquet de la Grye.

» Les marées sont enregistrées à Panama sur le tambour d'un marégraphe fonctionnant dans de bonnes conditions sur l'île Naos, près du débouché futur du canal; le tracé de la courbe des hauteurs est régulier, l'onde diurne faible.

» En dépouillant les courbes relatives au mois de juin 1886, contenues dans le dossier, nous avons trouvé $2^m,68$ pour l'unité de hauteur, chiffre qui ne diffère que de bien peu de $2^m,72$, donné par la Compagnie de Panama et qui paraît ressortir d'une longue série d'observations.

» Si nous adoptons ce dernier résultat, nous avons $1^m,23$ pour la hauteur de la morte-eau moyenne, $2^m,53$ pour la hauteur de la vive-eau moyenne; enfin une marée exceptionnelle correspondant au coefficient 117 conduirait à $3^m,18$: le tout au-dessus du niveau moyen, ce qui amènerait les amplitudes respectives de $2^m,46$, $5^m,06$ et $6^m,36$.

» Ces chiffres étonnent quelque peu pour des marées équatoriales de l'océan Pacifique, mais la disposition de la baie amplifie le phénomène et nous le trouverions plus grand encore à l'embouchure du rio Colorado.

» Ces grandeurs de la marée sont données indépendamment des modifications apportées par la pression barométrique, par la force et la direction du vent, et en supposant aussi que les marées de Naos obéissent à une proportionnalité absolue de l'influence luni-solaire, ce qui n'est qu'approximatif.

» La valeur de l'établissement du port est fixée à 3^h21^m.

» Sans vouloir étudier les détails de cette marée de Panama, nous pouvons dire que l'onde annuelle est de 40^{cm} et que le minimum se fait sentir en mars et le maximum en septembre.

» Il y a donc lieu d'augmenter de $0^m,20$ la dénivellation maximum due à la marée semi-diurne et de prendre $3^m,38$ pour hauteur maximum au-dessus ou au-dessous du niveau moyen dans les marées syzygies équinoxiales.

» A Colon, sur l'Atlantique, la marée est bien plus compliquée que sur l'autre versant, parce que l'onde diurne est comparable comme grandeur à l'onde semi-diurne; ainsi, au mois de mars, dans les syzygies, la mer reste à la même hauteur pendant toute la journée; il est vrai que l'amplitude de la marée diurne et semi-diurne ne dépasse jamais $0^m,40$, de telle sorte qu'elle rentre dans les valeurs pouvant être produites accidentellement par des dépressions barométriques ou par des coups de vent.

» L'onde annuelle n'est que de $0^m,12$; le maximum a lieu au mois de septembre comme à Panama, mais le minimum paraît être en janvier.

» En résumé, nous avons affaire, à Colon, à une marée de faible amplitude, et le maximum de la hauteur au-dessus du niveau moyen, + 0,70, qui a lieu lors d'une tempête, n'a guère d'importance au point de vue de ce qui nous intéresse; car, dans ces cas qui se présentent très rarement, la navigation devra forcément être interdite dans le canal.

» Quant à l'établissement de la marée à Panama, il a été fixé par la Compagnie à $1^h 58^m$, c'est-à-dire que la haute mer, dont nous avons indiqué le peu de hauteur, précéderait celle de Panama de $1^h 3^m$.

» Le chiffre donnant la différence du niveau entre les hauteurs moyennes des deux mers, déduit d'un nivellement géométrique à travers l'isthme, ne nous a point été remis; mais l'ingénieur de la Compagnie, M. Dingler, nous a affirmé que cette différence pouvait être considérée comme nulle, c'est-à-dire que les résultats obtenus ne s'écartaient point, en plus ou en moins, de l'erreur admissible de $0^m,10$.

» D'autre part, nous n'avons point les éléments suffisants pour contrôler cette approximation, en pesant pour ainsi dire deux colonnes d'eau de 1000^m de hauteur situées des deux côtés de l'isthme et en en déduisant la différence de niveau entre les deux mers.

» Nous baserons donc nos calculs uniquement sur les différences de hauteur dues aux marées de Panama et de Colon et même, pour simplifier, nous pouvons considérer comme nulles les marées si faibles de l'Atlantique, puisqu'elles disparaissent les jours où celles du Pacifique atteignent leur plus grande hauteur et qu'en réalité nous ne voulons rechercher qu'une limite de la vitesse produite par des différences de dénivellation.

» Ceci entendu, spécifions que le canal projeté à Panama aura une longueur de 72^{km}; mais, comme cette longueur ne sera point en ligne droite et que, par suite des coudes, les ondulations auront quelque retard dans leur transport, un petit calcul nous montre tout d'abord que, théoriquement, nous devons substituer le chiffre de 76^{km} à celui de 72^{km}.

» La largeur projetée est de 21^m au plafond, les bords du canal auront une pente de 45° et la profondeur sera de $11^m,50$ au-dessous du niveau moyen à Panama, pour se relever progressivement jusqu'à 9^m à Colon au-dessous de ce même niveau.

» Dans ces conditions, si l'on appelle H la profondeur moyenne dans le canal; x la distance à partir de l'entrée sur le Pacifique, c'est-à-dire en prenant Naos comme origine, et y la hauteur de la marée au-dessus du niveau moyen dans le canal, on aura $H = 11^m,50 - 0^m,035x$; la section

sera, d'autre part, $S = 21(H+y) + (y+H)^2 = (H+y)(H+y+21)$; le périmètre $P = 21 + 2(H+y)\sqrt{2}$, et enfin $R = \frac{21(H+y)+(H+y)^2}{21+2(H+y)\sqrt{2}}$.

» D'un autre côté, lorsqu'un canal communique d'un côté avec une mer à niveau variable et de l'autre avec une autre mer à niveau constant, l'expérience montre que l'amplitude de la marée est en raison inverse de la distance, et que le retard de l'onde est proportionnel à cette distance, de sorte que, si Y est la demi-amplitude de la marée à l'entrée, l la longueur du canal, on a

$$y = -Y\left(1 - \frac{x}{l}\right)\cos\left(2\tau - \frac{x}{\omega}\right)$$

pour équation de la marée.

» La valeur ω de la propagation de l'onde marée, déduite de ce qui se passe dans des canaux analogues à celui dont il s'agit, et notamment du régime établi entre Suez et les lacs amers, paraît être

$$\omega = \sqrt{g\left(H + \frac{3}{2}y\right)} \pm KV,$$

V étant la vitesse du courant et K un nombre constant; toutefois, la valeur de K n'est point la même en flot qu'en jusant : un courant n'ajoute que peu à la propagation d'une onde et il l'arrête beaucoup lorsqu'il court à son encontre, de sorte que nous sommes obligé de prendre pour valeur de K, 0,4 dans le premier cas, et 1,2 dans le second.

» Vérifions ces formules, et en particulier la dernière, au moyen des observations faites dans le canal de Suez.

» On a trouvé directement, par des mesures faites au kilomètre 133 et au kilomètre 153,6, qu'au moment de la pleine mer on avait en ces deux points :

	y.	V.	T.	H.	S.	P.	R.
Kilomètre 133......	0,05	0,40	45^m	8,67	420^{mq}	77	5,45
Kilomètre 153,6....	0,66	0,85	9^m	8,81	468^{mq}	81	5,78

» La formule

$$\omega = \sqrt{g\left(H + \frac{3}{2}y\right)} + 0,4\ V$$

donne pour la distance comprise entre les deux points précités $\omega = 10^m,06$; mais ce chiffre doit être considéré comme un peu fort, car les vitesses V sont superficielles et en dessous les eaux sursalées des lacs amers tendent à s'écouler vers la mer Rouge en raison de leur densité.

» D'autre part, le mouvement de progression de l'onde de pleine mer a eu lieu en trente-six minutes sur une longueur de $20^{km},6$; en divisant les deux nombres l'un par l'autre, on a $\omega = 9^{m},54$. La différence est de 5 centièmes avec le chiffre ci-dessus : elle s'explique comme nous l'avons dit.

» Nous trouvons une confirmation de la formule

$$y = -\,Y\left(1 - \frac{x}{l}\right)\cos\left(2\tau - \frac{x}{\omega}\right)$$

dans le fait qu'à l'isthme de Suez, entre Suez et les lacs amers, les hauteurs des marées de vive-eau comme celles de morte-eau se trouvent sur une ligne droite, tracée en partant de l'horizontale aux lacs amers pour aboutir à Suez, à la haute et basse mer du même jour.

» Avec ces données, nous pouvons établir points par points les profils instantanés des hauteurs des marées dans le canal projeté de Panama, conclure la pente dans chaque section et, par suite, avoir la vitesse du courant en vertu de la formule connue

$$v = 56,86\sqrt{Ri} - 0,07.$$

» Nous donnons le Tableau de ces vitesses aux points du canal éloignés de 9^{km}, 27^{km}, 45^{km}, 63^{km} de l'entrée de l'océan Pacifique pour une marée de $6^{m},76$ d'amplitude.

» Les heures partent de la basse mer, elles sont réduites de $\frac{1}{30}$, c'est-à-dire qu'elles correspondent à des heures lunaires.

Km.	0.	½ h.	1 h.	1 ½ h.	2 h.	2 ½ h.	3 h.	3 ½ h.	4 h.	4 ½ h.	5 h.	5 ½ h.	6 h.	6 ½ h.	7 h.
9....	−0,95	−0,81	−0,60	−0,13	+0,35	+0,67	+0,84	+0,93	+0,98	+1,02	+1,17	+1,16	+1,09	+0,97	»
27....	−1,00	−0,90	−0,84	−0,75	−0,59	−0,34	+0,35	+0,63	+0,78	+0,93	+1,06	+1,11	+1,06	+1,01	»
45....	−0,77	−0,93	−0,87	−0,82	−0,75	−0,63	−0,42	+0,08	+0,43	+0,80	+0,82	+0,86	+0,98	+0,97	»
63....	−0,69	−0,72	−0,83	−0,85	−0,86	−0,81	−0,73	−0,61	−0,41	0	+0,51	+0,66	+0,76	+0,85	»

» Il résulte de ces chiffres que le maximum de la vitesse a lieu du côté du Pacifique et que ce maximum précède le moment de la haute mer. Cette vitesse est de $1^{m},17$; si l'on prolongeait le Tableau en donnant les chiffres du jusant, on trouverait que la plus grande vitesse négative aurait lieu également à la sortie dans le Pacifique et avant le moment de la basse mer.

» On voit également que, du côté de l'Atlantique, quoique les valeurs de y soient constantes, on a un courant qui est loin d'être insensible. Il est entendu, d'ailleurs, que ces chiffres subiraient une correction dans le cas où des observations de nivellement géométrique montreraient, par

exemple, que le niveau de l'océan Atlantique est plus élevé que celui du Pacifique. Si cette dénivellation était de $0^m,50$, on aurait à un moment proche de la basse mer, à Naos, une valeur de $V = 1^m,26$; il en serait de même pour les dénivellations produites par les mouvements de l'atmosphère ou par les marées extraordinaires de l'Atlantique : c'est dire que, dans aucun cas, les courants dus à la dénivellation ne pourront dépasser $2\frac{1}{2}$ nœuds, et que cette vitesse, qui ne peut être atteinte tous les ans que pendant quelques heures, ne paraît pas de nature à gêner la navigation des bateaux à vapeur dans le canal que l'on creuse actuellement à Panama. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Sur les abcès tuberculeux périhépatiques et sur le traitement qui leur convient. Résection de la portion abdominale du thorax.* Note de M. Lannelongue.

« Quelques observations écourtées du siècle dernier, surtout un Mémoire du fils du célèbre chirurgien J.-L. Petit, sur les apostèmes du foie, sont les premiers documents qui ont établi l'existence de collections purulentes autour de la glande hépatique; mais ce n'était qu'une ébauche devant recevoir de plus amples développements avec Larrey, Boyer, Cruveilhier, Andral en France; avec Frerichs, Murchison, Hilton-Fagge à l'étranger. Et pourtant, malgré ces travaux, malgré l'appoint de faits assez nombreux récemment publiés, la nature et les origines de ces abcès, leurs rapports avec le foie restent encore enveloppés de nombreuses obscurités.

» Les abcès tuberculeux périhépatiques, sur lesquels je viens appeler l'attention, possèdent une physionomie propre, découlant de leur modalité anatomique, et comportant une intervention chirurgicale qui permet d'obtenir leur guérison dans bon nombre de cas. Ils sont parfois la première et l'unique marque apparente de la tuberculose, la seule reconnaissable pendant plus ou moins longtemps. Surprenant l'économie en pleine possession de ses forces, c'est à eux que convient tout spécialement une thérapeutique active.

» Ailleurs, ils caractérisent une étape plus avancée; la tuberculose a donné lieu à des manifestations antérieures qui se sont dissipées ou qui

demeurent encore persistantes. Un troisième groupe, enfin, comprend les faits d'abcès périhépatiques apparaissant chez un sujet en proie à de multiples atteintes tuberculeuses dans les viscères ou dans certaines sections du corps.

» Quel que soit le siège de ces abcès à la périphérie du foie, leurs rapports avec cet organe ne sont pas toujours immédiats; paraissant reposer sur lui, ils en sont souvent séparés par une couche néoplasique de périhépatite plus ou moins prononcée. Mais alors même que la paroi de l'abcès est en rapport direct avec le tissu hépatique, on n'est pas autorisé à conclure que le foie a été son point de départ.

» Les foyers tuberculeux originels, d'où émane la membrane tuberculogène limitant l'abcès, peuvent apparaître, en effet, dans les couches profondes de la paroi abdominale, sur la face interne des dernières côtes, dans le diaphragme, dans les ganglions lymphatiques du sillon transverse du foie, dans le péritoine environnant. Née de ces foyers, la paroi de l'abcès se développe sur la surface du foie en provoquant d'habitude une périhépatite adhésive qui contribue à limiter les désordres. On comprend aisément que des granulations isolées de la surface du foie puissent être le centre de végétations tuberculeuses amenant ultérieurement la formation de l'abcès.

» N'ayant pas la pensée d'aborder dans cette Note le point de vue clinique afférent à ces abcès, je me bornerai à une simple remarque touchant leur diagnostic. Une analyse serrée et méthodique des signes fournis par l'exploration physique, jointe aux renseignements donnés par l'anamnèse, est nécessaire pour reconnaître l'affection. Dans quelques circonstances le diagnostic ne peut être établi que par voie d'exclusion; dans d'autres, dans le cas de petites collections sous-phréniques, par exemple, le mal ne saurait être reconnu.

» Quelques travaux récents, de Boulland (¹), Jaccoud (²), Deschamps (³), renferment un certain nombre d'observations d'abcès positivement tuberculeux et reconnus tels à l'examen cadavérique; mais, comme l'attention n'était pas éveillée sur la variété qui m'occupe, on n'a pas cherché à établir les signes qui leur appartiennent en propre et on leur a appliqué les

---

(¹) Boulland, *De la tuberculose du péritoine et des plèvres chez l'adulte, au point de vue du pronostic et du traitement* (*Thèse de Paris*, 1885).

(²) Jaccoud, *Cliniques de la Pitié*, p. 219-237; 1885.

(³) Deschamps, *De la péritonite périhépatique enkystée* (*Thèse de Paris*, 1886).

méthodes curatives usuelles de tous les abcès. Cela explique les insuccès obtenus le plus souvent.

» Quatre exemples se sont offerts à mon observation depuis cinq ans. Le premier en date n'avait pas été soupçonné durant la vie du sujet qui était atteint de tuberculose généralisée; un abcès du volume d'une grosse noix occupait le muscle diaphragme, proéminant à la fois dans les cavités de la plèvre et du péritoine.

» Sur les trois autres malades, il y avait à remplir une indication majeure au point de vue thérapeutique, l'extirpation de la paroi de l'abcès après évacuation de son contenu. Deux fois la laparotomie avec décortication de la poche a eu pour résultat une guérison prompte, qui ne s'est pas démentie depuis trois ans dans un cas et un an dans l'autre.

Le troisième exemple a nécessité une opération plus importante. Un de mes collègues dans les hôpitaux, M. Pengrueber, avait traité par l'incision simple un vaste abcès sous-phrénique, en octobre 1886 (1). La cicatrisation ne fut que temporaire et bientôt un trajet fistuleux se reforma, fournissant une abondante suppuration; la température du malade, dont l'état devenait alarmant, oscillait entre 39° et 40°. Dans ces conditions, la résection du bord inférieur du thorax pouvait seule permettre de faire disparaître le vide existant entre la paroi costale rigide et le foie mobile. Cette opération fut faite le 17 mai dernier; j'enlevai le cartilage de fusion des dernières côtes ainsi que les huitième, septième et sixième arcs costaux dans une étendue de $0^m,06$ à $0^m,08$. Par ce moyen, l'affaissement de la cavité se produisit immédiatement; il n'y avait plus qu'à déterger l'abcès de sa paroi tuberculeuse, ce qui fut soigneusement fait. Depuis l'opération la cavité sous-phrénique est entièrement comblée, le sujet reprend ses forces chaque jour : il ne reste plus aujourd'hui qu'une plaie superficielle des plus simples.

» En résumé, l'incision simple à travers la paroi abdominale et la décortication des parois du foyer tuberculeux constituent la méthode de choix pour les abcès tuberculeux périhépatiques dont la cavité s'affaisse après son ouverture et dont l'abord opératoire est facile.

» La résection du bord inférieur du thorax jusqu'à la septième ou sixième côte, suivant les cas, doit être préconisée pour les abcès sous-phré-

---

(1) Observation publiée par M. Cadet de Gassicourt, dans les *Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris*, numéro de décembre 1886, p. 491.

niques supérieurs, aussi bien que pour la cure des trajets fistuleux consécutifs à l'ouverture de ces abcès. Mais la résection de la portion abdominale du thorax comporte en outre des applications plus étendues : les abcès périhépatiques de la convexité du foie, quelles que soient leur nature et leur origine, même certains abcès hépatiques, enfin les kystes hydatiques proéminant exclusivement sous le diaphragme, seront facilement abordés après l'excision de la paroi osseuse qui les couvre et les dissimule. Pour cette dernière affection, d'ailleurs, on a déjà fait quelquefois la résection costale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Rouffiandis** adresse un complément au travail de Physiologie végétale qu'il a présenté dans la séance du 9 mai dernier.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Falières** adresse une Note sur le traitement simultané de l'oïdium et du mildew par le sulfure de cuivre.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. **Jannin**, de Chalon-sur-Saône, fait connaître le résultat de ses expériences avec le *coaltar saponiné*, pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un essai de Physiologie générale, par M. *Charles Richet*. (Présenté par M. Richet.)

2° Une brochure de M. *Max Leclerc*, intitulée : « Les peuplades de Madagascar ». (Présentée par M. Grandidier.)

3° Une brochure de M. *K.-W. Zenger*, portant pour titre : « Die Meteorologie der Sonne und die Wetter-Prognose des Jahres 1886 ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard (e 1887), faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de* 0^m,50; par MM. **Trépied** et **Rambaud**, présentées par M. Mouchez.

Dates. 1887.	Étoiles de compar.	Grandeurs.	Ascension droite apparente.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Observ.
			m s	′ ″		
Mai 16....	*a*	8,5	+0.46,39	+10.47,3	4:4	T.
16....	*a*	»	+0.49,79	+12. 4,7	10:10	R.
18....	*b*	8	+0. 7,56	+ 8. 8,8	20:18	T.
18....	*b*	»	+0.10,56	+ 9.13,1	20:16	R.
19....	*c*	9,5	+0.25,15	— 3.44,7	20:10	T.
19....	*c*	»	+0.28,36	— 2.36,1	12:12	R.
20....	*d*	8,5	+0.57,69	+ 1.51,7	12:12	R.
20....	*d*	»	+0.58,90	+ 2.13,3	12:12	T.
21....	*e*	7,5	—0.57,70	— 7. 3,8	12:12	T.
21....	*e*	»	—0.56,91	— 6.35,9	6:6	R.
23....	*f*	9,5	—1. 2,51	+ 1.54,1	12:12	T.
23....	*f*	»	—1. 0,71	+ 2.33,9	12:12	R.
24....	*g*	8	+1. 3,47	+ 8.28,6	12:12	T.
24....	*g*	»	+1. 4,57	+ 9. 0,8	12:12	R.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1887.	Étoile de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 16......	*a*	15.16. 3,46	+2,20	—28.46. 4,4	—1,6	Cordoba, n° 1042, 15^h.
18......	*b*	15.20. 0,28	+2,19	—27.34.31,0	—1,5	» n° 1316, 15^h.
19......	*c*	15.21.32,78	+2,18	—26.43.27,6	—1,4	» n° 14215, 5^h.
20......	*d*	15.22.40,44	+2,17	—26.12.51,0	—1,4	» n° 1496, 15^h.
21......	*e*	15.26.23,32	+2,17	—25.24.56,0	—1,2	» n° 1742, 15^h.
23......	*f*	15.30. 8,24	+2,16	—24.12.38,0	—1,0	» n° 2024, 15^h.
24......	*g*	15.29.55,00	+2,15	—23.37. 7,6	—1,0	» n° 2012, 15^h.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 16......	10.33.39	15.16.52,05	$\bar{1},189_n$	—28.35.18,7	0,901
16......	11.28.26	15.16.55,45	$\bar{2},421_n$	—28.34. 1,3	0,909

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 18......	9. 2.14	15.20.10,03	$\bar{1},523_n$	—27.26.23,7	0,865
18......	9.41.27	15.20.13,03	$\bar{1},409_n$	—27.25.19,4	0,883
19......	10.18.37	15.22. 0,11	$\bar{1},232_n$	—26.47.13,7	0,893
19......	10.59.31	15.22. 3,32	$\bar{2},893_n$	—26.46. 5,1	0,900
20......	9. 1.20	15.23.40,30	$\bar{1},510_n$	—26.11. 0,7	0,863
20......	9.18. 5	15.23.41,51	$\bar{1},509_n$	—26.10.39,1	0,863
21......	8.54.14	15.25.27,79	$\bar{1},519_n$	—25.32. 1,0	0,859
21......	9. 7. 3	15.25.28,58	$\bar{1},487_n$	—25.31.33,1	0,865
23......	8.54. 1	15.29. 7,89	$\bar{1},505_n$	—24.10.44,9	0,857
23......	9.16.29	15.29. 9,69	$\bar{1},444_n$	—24.10. 5,1	0,866
24......	9. 0. 3	15.31. 0,62	$\bar{1},483_n$	—23.28.40,0	0,858
24......	9.16.30	15.31, 1,72	$\bar{1},436_n$	—23.28. 7,8	0,865

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales* $\int \frac{G(x)\,dx}{\sqrt{R(x)}}$. Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Hermite.

« Soient $G(x)$ une fonction entière quelconque de x, $R(x)$ un polynôme de degré $2p+2$; l'intégrale

$$u = \int \frac{G(x)\,dx}{\sqrt{R(x)}}$$

a $2p+1$ périodes qu'on peut obtenir en prenant l'intégrale sur un chemin composé de l'un des $2p+1$ premiers lacets et du dernier. Soient $\Omega_1, \Omega_2, \ldots, \Omega_{2p+1}$ ces périodes, $\omega_{1,q}, \omega_{2,q}, \ldots, \omega_{2p+1,q}$ celles de l'intégrale

$$u_q = \int \frac{x^{q-1}\,dx}{\sqrt{R(x)}}.$$

» On pourra trouver des nombres $a_1, a_2, \ldots, a_{2p+1}$ vérifiant les relations

$$\Omega_i = a_1\omega_{i,1} + a_2\omega_{i,2} + \ldots + a_{2p+1}\omega_{i,2p+1},$$
$$i = (1, 2, \ldots, 2p+1).$$

» Il en résulte que l'intégrale

$$u - a_1 u_1 - a_2 u_2 - \ldots - a_{2p+1} u_{2p+1}$$

n'a pas de périodes. Elle est de la forme

$$A + \varphi(x)\sqrt{R(x)}.$$

φ étant une fonction entière, et A une constante. On en déduit pour G l'identité

$$G(x) = \tfrac{1}{2}R'(x)\varphi(x) + R(x)\varphi'(x) + \sum_{1}^{2p+1} a_q x^{q-1}.$$

» Il est facile de trouver celles des intégrales u dont toutes les périodes sont des multiples de 2π. Formons l'intégrale

$$v_i = \int \frac{\sum_{1}^{2p+1} a_q x^{q-1}}{\sqrt{R(x)}}\,dx,$$

et déterminons les a de telle sorte que

$$\Omega_i = 2\pi, \qquad \Omega_k = 0 \qquad (k \gtrless i).$$

» On obtiendra ainsi $2p+1$ intégrales, $v_1, v_2, \ldots, v_{2p+1}$. Toutes les intégrales cherchées seront représentées par

$$v = m_1 v_1 + m_2 v_2 + \ldots + m_{2p+1} v_{2p+1} + \varphi(x)\sqrt{R(x)} + A,$$

les m étant des nombres entiers, et A une constante.

» On peut choisir cette constante A, de telle sorte que $\cos v$ soit une fonction uniforme de x; ce sera, de plus, une fonction entière, car elle reste finie avec x. Cette fonction $\psi(x)$ satisfait à l'équation différentielle

$$\frac{d\psi}{\sqrt{1-\psi^2}} = \frac{G(x)\,dx}{\sqrt{R(x)}}.$$

» Il en résulte pour ψ l'identité

$$1 - \psi^2 = R(x)\chi^2.$$

Si donc on pose

$$X = \psi(x),$$
$$Y = y\chi(x),$$

on a une substitution entière qui transforme le cercle

$$X^2 + Y^2 - 1 = 0$$

en la courbe

$$y^2 - R(x) = 0.$$

» Toutes les autres substitutions entières qui jouissent de cette propriété se ramènent facilement à celles-ci.

» Enfin la fonction du point analytique (x, y) de la courbe $y^2 - R(x) = 0$

$$\varphi(x) + iy\psi(x)$$

n'a pas de zéros. Toutes les fonctions entières de ce point analytique, qui ne s'annulent jamais, seront de la forme

$$e^{g(x)}[\varphi(x) + iy\psi(x)],$$

car leur logarithme doit être simplement périodique.

» De même les intégrales u, qui n'ont que deux périodes, conduisent à la transformation de la courbe

$$Y^2 = (1 - X^2)(1 - k^2X^2)$$

en la courbe

$$y^2 = R(x).$$

» Cette théorie sera exposée en détail dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales de l'École Normale*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système d'équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. **R. Liouville**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans la séance du 16 mai 1887, vous avez présenté une Note de M. Goursat, sur laquelle je viens vous soumettre quelques remarques.

» M. Goursat considère un système d'équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre et, y rattachant une autre équation, en apparence plus compliquée [équation (2) de la Communication citée], il montre comment les coefficients de cette dernière sont composés au moyen des intégrales du système (1) correspondant et quelles propriétés entraîne pour elle la forme linéaire de ce système.

» L'équation différentielle que signalait une Note insérée en mon nom aux *Comptes rendus* du 20 septembre 1886 se lie de la façon la plus étroite à l'équation (2) de M. Goursat. Celle-ci, en effet, définit simplement *toutes les intégrales particulières*, telles que

$$\pi(x, y) = \text{const.},$$

appartenant à l'équation différentielle dont je me suis occupé, de sorte que les coefficients désignés par A, B, C, D dans le travail de M. Goursat ne se distinguent pas de ceux que j'avais représentés par

$$a_1, \quad 3a_2, \quad 3a_3, \quad a_4,$$

ou ne s'en distinguent que par le signe.

» Le système linéaire numéroté (3) dans ma Note ci-jointe équivaut bien au système (1) de M. Goursat, mais j'ai pris pour données les coefficients a_1, a_2, a_3, a_4 et, ceux-ci laissant arbitraire une fonction par laquelle on peut toujours multiplier l'inconnue z, j'ai pu choisir cette fonction pour obtenir des formules plus concises. Elle est telle ici que le déterminant de trois solutions particulières,

$$z_1, \quad z_2, \quad z_3,$$

et de leurs dérivées du premier ordre soit égal à une constante quelconque, différente de zéro; les identités (2), vérifiées par a_1, a_2, a_3, a_4, sont les conditions d'existence de ces trois solutions.

» Enfin, l'intégrale générale trouvée pour l'équation (2) de M. Goursat est celle qui résulterait immédiatement de sa comparaison avec l'équation différentielle dont j'ai fait usage : en posant $\pi =$ const., on doit en effet obtenir l'équation des droites. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires simultanées aux dérivées partielles*. Note de M. **Painlevé**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Note, parue aux *Comptes rendus* du 16 mai, M. Goursat a publié certains résultats concernant les équations linéaires et homogènes du second ordre aux dérivées partielles. Voici quelques remarques relatives à ces résultats, en même temps qu'une méthode différente pour les obtenir.

» Considérons un groupe fini (α) de substitutions linéaires à deux variables, et les deux fonctions fondamentales invariantes qui lui correspondent

$$(1) \qquad x = \varphi(t, u), \qquad y = \psi(t, u);$$

si, pour un système (x, y), les valeurs (T, U) vérifient les équations (1),

toutes les autres solutions de ces équations s'obtiennent en opérant sur les valeurs (T, U) toutes les substitutions du groupe (α). Différentions par rapport à x, y les équations

$$(2)\qquad \begin{cases} t(a\mathrm{T}+b\mathrm{U}+c)=a'\mathrm{T}+b'\mathrm{U}+c', \\ u(a\mathrm{T}+b\mathrm{U}+c)=a''\mathrm{T}+b''\mathrm{U}+c'', \end{cases}$$

en poussant jusqu'au second ordre inclusivement.

» Nous formons ainsi douze équations, homogènes et linéaires en a, b, c, a', ..., et, si l'on élimine ces constantes, il reste quatre équations où figurent les dérivées partielles (premières et secondes) de t et de u. Écrivons l'une de ces équations : il est clair que le rapport de deux quelconques de ses coefficients (où figurent les dérivées de T et U) *ne change pas par une substitution linéaire*, et l'on trouve ainsi, presque sans calculs, les quatre *invariants* suivants :

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{\dfrac{\partial^2 t}{\partial x^2}\dfrac{\partial u}{\partial x}-\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2}\dfrac{\partial t}{\partial x}}{\dfrac{\partial t}{\partial x}\dfrac{\partial u}{\partial y}-\dfrac{\partial t}{\partial y}\dfrac{\partial u}{\partial x}}=[t,u]_{x^2}=\chi_1(x,y), \\ \dfrac{\dfrac{\partial^2 t}{\partial x^2}\dfrac{\partial u}{\partial y}+2\dfrac{\partial^2 t}{\partial x\,\partial y}\dfrac{\partial u}{\partial x}-2\dfrac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}\dfrac{\partial t}{\partial x}-\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2}\dfrac{\partial t}{\partial y}}{\dfrac{\partial t}{\partial x}\dfrac{\partial u}{\partial y}-\dfrac{\partial t}{\partial y}\dfrac{\partial u}{\partial x}}=[t,u]_{x,y}=\chi_2(x,y), \\ [t,u]_{y,x}=\chi_3(x,y), \qquad [t,u]_{y^2}=\chi_4(x,y). \end{cases}$$

(Ces deux derniers se déduisent des précédents en permutant x et y.) Les équations (3) forment un système de quatre équations aux dérivées partielles, où entrent deux fonctions à deux variables, et dont l'intégrale générale est de la forme (2), comme on le voit aisément.

» Les coefficients χ_1, χ_2, χ_3, χ_4 sont des fonctions rationnelles de (t, u) qui ne changent pas par les substitutions (α), par suite des fonctions rationnelles de (x, y). On les calcule, pour chaque groupe (α), en exprimant les quatre invariants en fonction des dérivées de φ et ψ, ce qui donne le degré de χ_1, χ_2, χ_3, χ_4 en (t, u), par conséquent leur forme en (x, y), à des constantes numériques près qu'on détermine facilement.

» On peut se placer à un point de vue un peu différent ; rendons homogènes les seconds membres des équations (1), en posant $t=\dfrac{z_2}{z_1}$, $u=\dfrac{z_3}{z_1}$, et cherchons à déterminer la fonction z_1 de (x, y), en sorte que z_1, z_2, z_3

vérifient un système d'équations de la forme

$$(4)\qquad \begin{cases} r = a\,p + b\,q + c\,z, \\ s = a'p + b'q + c'z, \\ t = a''p + b''q + c''z, \end{cases}$$

où $a, b, c, a', b', c', \ldots$ sont des fonctions rationnelles de (x, y). Pour cela, il faut et il suffit, comme on le voit aussitôt, que z_1 (supposée algébrique) soit de la forme $\sqrt[n]{R(t, u)}$, où la fonction rationnelle R, quand on y effectue une des substitutions α, se reproduit multipliée par la puissance $n^{\text{ième}}$ du dénominateur de la substitution. On fera, par exemple,

$$z_1 = \sqrt[3]{\frac{\partial\varphi}{\partial t}\frac{\partial\psi}{\partial u} - \frac{\partial\varphi}{\partial u}\frac{\partial\psi}{\partial t}} \qquad \text{ou} \qquad z_1 = \sqrt[n-n']{\frac{J_n}{J_{n'}}}$$

(J_n et $J_{n'}$ désignant deux formes homogènes fondamentales du groupe α, où l'on a fait $z_1 = 1$, $z_2 = t$, $z_3 = u$). Si Z_1 représente une des fonctions z_1 qui vérifient ces conditions, les autres peuvent s'écrire

$$z_1 = Z_1 \sqrt[n]{h(x, y)}.$$

Ces remarques s'étendent sans peine aux groupes hyperfuchsiens.

» Plus généralement, étant donné un système (4), où les conditions d'intégrabilité sont satisfaites, on voit, en raisonnant comme plus haut, que les rapports t, u de trois intégrales distinctes *vérifient un système analogue au système* (3),

$$(3')\quad [t,u]_{\xi^2} = \theta_1(\xi,\eta), \quad [t,u]_{\xi,\eta} = \theta_2(\xi,\eta), \quad [t,u]_{\eta,\xi} = \theta_3(\xi,\eta), \quad [t,u]_{\eta^2} = \theta_4(\xi,\eta)$$

(ξ, η désignent les variables $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ des fonctions rationnelles). On trouve aussitôt que

$$\theta_1 = -b, \qquad \theta_2 = (a - 2b'), \qquad \theta_3 = (b'' - 2a'), \qquad \theta_4 = -a''.$$

» Si l'intégrale générale de (4) est algébrique, il en est de même de l'intégrale de (3); dans ce cas, les diverses valeurs de (t, u) qui correspondent à un système (ξ, η) forment un groupe fini de substitutions linéaires, soit le groupe (α), et, par suite, les fonctions $x = \varphi(t, u)$, $y = \psi(t, u)$ sont des fonctions rationnelles de (ξ, η) : $x(\xi, \eta)$, $y(\xi, \eta)$.

D'autre part, on a

$$[t, u]_{\xi^2} = \frac{\left(\frac{\partial x}{\partial \xi}\right)^3 \chi_1(x,y) + \left(\frac{\partial x}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial y}{\partial \xi} \chi_2(x,y) - \frac{\partial x}{\partial \xi}\left(\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)^2 \chi_3(x,y) - \left(\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)^3 \chi_4(x,y)}{\frac{\partial x}{\partial \xi}\frac{\partial y}{\partial \eta} - \frac{\partial x}{\partial \eta}\frac{\partial y}{\partial \xi}} + [x, y]_{\xi^2},$$

$$[t, u]_{\xi,\eta} = \frac{\left\{\begin{array}{l} 3\left(\frac{\partial x}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial x}{\partial \eta}\chi_1 + \left[\left(\frac{\partial x}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial y}{\partial \eta} + 2\frac{\partial x}{\partial \xi}\frac{\partial x}{\partial \eta}\frac{\partial y}{\partial \xi}\right]\chi_2 \\ -\left[\left(\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial x}{\partial \eta} + 2\frac{\partial y}{\partial \xi}\frac{\partial y}{\partial \eta}\frac{\partial x}{\partial \xi}\right]\chi_3 - 3\left(\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)^2\frac{\partial y}{\partial \eta}\chi_4 \end{array}\right\}}{\frac{\partial x}{\partial \xi}\frac{\partial y}{\partial \eta} - \frac{\partial x}{\partial \eta}\frac{\partial y}{\partial \xi}} + [x, y]_{\xi,\eta},$$

et deux autres expressions analogues. En égalant les seconds membres de ces équations respectivement à θ_1, θ_2, θ_3, $\theta_4(\xi, \eta)$, on obtient quatre équations simultanées aux dérivées partielles de (x, y), *qui doivent être vérifiées par deux fonctions* (x, y) *rationnelles de* (ξ, η) *si l'intégrale de* (4) *est algébrique*. Comment reconnaître s'il en est ainsi? C'est une question que je me propose de traiter dans un Mémoire étendu. J'ajoute seulement que la méthode précédente s'applique à tous les problèmes analogues : ainsi, à un système de *six* équations linéaires et homogènes du second ordre à trois variables x, y, z correspondent *quinze invariants du second ordre* (où entrent trois fonctions t, u, v à trois variables), à savoir *neuf* de la forme

$$\frac{\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}\left(\frac{\partial t}{\partial y}\right)^2 - 2\frac{\partial^2 t}{\partial x\,\partial y}\frac{\partial t}{\partial x}\frac{\partial t}{\partial y} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2}\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)^2}{\frac{\partial t}{\partial x}\frac{\partial t}{\partial y}\frac{\partial t}{\partial z}},$$

et *six* de la forme

$$\frac{1}{\delta}\begin{vmatrix} \frac{\partial t}{\partial x} & \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial x} \\ \frac{\partial t}{\partial y} & \frac{\partial u}{\partial y} & \frac{\partial v}{\partial y} \\ \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \end{vmatrix},$$

où δ désigne le déterminant fonctionnel de t, u, v.

» De même, à un système de *deux* équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables linéaires et homogènes, correspondent *trois invariants du second ordre et six du troisième*, où figurent trois fonctions à deux variables. Enfin, à une équation différentielle, linéaire et homogène,

du troisième ou du quatrième ordre, correspondent *deux invariants du quatrième ordre* ou *trois du cinquième*, dans lesquels entrent respectivement deux ou trois fonctions.

» La question de reconnaître si l'intégrale générale de ces différents systèmes est algébrique revient toujours à rechercher si un certain système d'équations, de forme bien déterminée, admet des intégrales rationnelles. On peut d'ailleurs ramener à des équations différentielles linéaires, du troisième ou du quatrième ordre, les systèmes d'équations aux dérivées partielles considérés. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les normales aux courbes*. Note de M. **A.-E. Pellet**, présentée par M. Hermite.

« Menons par chaque point M d'une courbe C une normale faisant un angle constant α avec la normale principale, et portons sur cette normale une longueur constante l; la courbe C_1, lieu des points M_1 ainsi obtenus, coupe orthogonalement les droites M, M_1. Désignons par ρ et r les rayons de courbure et de torsion de la courbe C et par s son arc. Pour que les droites M_1, M soient les normales principales de la courbe C_1, il faut et il suffit qu'on ait en tout point de la courbe C

$$(1) \qquad \frac{l}{r}\cot u + \frac{l\cos\alpha}{\rho} - 1 = 0,$$

u désignant l'expression

$$\sin\alpha \int \frac{ds}{\rho} + A,$$

où A est une constante arbitraire.

» Supposons la relation (1) satisfaite. Alors u est égal à l'angle des plans normaux aux courbes C_1 et C. De là, on peut déduire l'expression du rayon de courbure de la courbe C_1 en remarquant que cette courbe est une ligne géodésique de la surface canal enveloppe des sphères de rayon l ayant leurs centres sur la courbe C.

» Appelons ρ_1, r_1 les rayons de courbure et de torsion de la courbe C_1 et s_1 son arc; on a les formules

$$ds_1^2 = \left[\left(1 - \frac{l\cos\alpha}{\rho}\right)^2 + \frac{l^2}{r^2}\right] ds^2, \qquad ds_1^2\left(\frac{1}{\rho_1^2} + \frac{1}{r_1^2}\right) = \left(\frac{\cos^2\alpha}{\rho^2} + \frac{1}{r^2}\right) ds^2,$$

$$\frac{1}{\rho_1} = \frac{l\cos\alpha - \rho\sin^2 u}{l(\rho - l\cos\alpha)},$$

d'où

$$rr_1 \sin^2 u = l^2.$$

» Lorsque α est nul, ces formules donnent celles relatives aux courbes ayant même normale principale (Aoust, *Analyse infinitésimale des courbes dans l'espace*, p. 378).

» Lorsque la courbe C_1 est une hélice, on peut effectuer les intégrales permettant d'avoir les équations des deux courbes, et, en posant

$$\frac{\rho_1}{r_1} = \operatorname{tang} i,$$

on a

$$\frac{\rho}{r} = \cos\alpha \operatorname{tang}(u - i).$$

» Ainsi, la nature de l'indicatrice sphérique de la courbe C ne dépend que de l'angle α. Or on a facilement les courbes C_1 et C lorsque $i = \frac{\pi}{2}$; C_1 est une ligne droite, C une chaînette enroulée sur un cylindre de révolution ayant cette droite pour axe, l'axe de la chaînette étant parallèle aux génératrices du cylindre. »

PHYSIQUE. — *Sur un mélographe*. Note de M. **J. Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« Les appareils que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont été imaginés et réalisés pour donner une solution au problème de la fixation des improvisations musicales.

» Ils s'appliquent aux instruments à clavier.

» L'un d'eux, le mélographe, est destiné à conserver les traces de tous les mouvements imprimés aux diverses touches d'un clavier pendant l'exécution d'un morceau. Afin de n'altérer en rien les formes et la construction des pianos ou orgues auxquels il s'annexe, il constitue un appareil entièrement indépendant, simplement mis en relation avec le clavier par un faisceau de fils métalliques, dont chacun correspond à une touche, et à travers lesquels l'électricité sert d'agent de transmission.

» Étant donnée la nature du phénomène à enregistrer, c'est-à-dire l'abaissement d'une touche et le mode de transmission adopté, l'électricité, le problème se trouve naturellement ramené à une question de chrono-

graphie que résout complètement le télégraphe Morse. Aussi ne saurait-on mieux comparer le mélographe qu'à un télégraphe Morse multiple, et ne saurait-on mieux en concevoir les dispositions et le fonctionnement qu'en se reportant à ce télégraphe que tout le monde connaît.

» Le mélographe fournit des inscriptions à l'encre sur une bande continue de papier. Cette bande large doit être idéalement considérée comme la réunion d'un certain nombre de bandes étroites dont chacune est réservée à une touche du clavier. Une des principales difficultés à vaincre dans la réalisation du mélographe a été de réduire à un minimum la largeur des bandes élémentaires, tout en conservant aux organes ainsi resserrés une entière sûreté de fonctionnement. Dans le modèle présenté, chaque bande élémentaire ne mesure que 3^{mm}.

» Le mélographe comporte trois parties.

» La première partie est le transmetteur. Le transmetteur se place sous les touches du clavier dans un intervalle restreint, mais suffisant, qui se trouve dans tous les modèles de pianos. Il est réalisé sous la forme d'une règle en bois portant une série de lames flexibles, dont chacune prend place sous une touche, et qui, s'abaissant et se relevant en même temps que la touche, établit un courant d'autant plus prolongé que la touche est elle-même tenue plus longtemps enfoncée.

» La deuxième partie est le moteur destiné à opérer l'entraînement continu et régulier de la bande sur laquelle se fait l'inscription. Dans le modèle présenté, le moteur est électrique et actionné par de petits accumulateurs. Ce qui le particularise, ce sont ses organes régulateurs. Un volant, tout d'abord d'apparence exagérément massive, eu égard à la vitesse dont il est animé et au travail insignifiant qui se dépense dans l'appareil, rend absolument négligeables les perturbations de vitesse que tendrait à produire l'entrée en ligne d'un nombre quelconque d'organes traceurs. Un régulateur, interrupteur de courant, d'autre part, dont la description sort du cadre de cette Note, assure l'immutabilité de la vitesse de régime, non seulement dans le cours d'une expérience, mais même d'une expérience à l'autre, à quelque intervalle qu'elles se succèdent. Cette vitesse a été expérimentalement fixée pour correspondre à un débit de papier de 3^{m} par minute.

» La troisième partie dont se compose le mélographe est le récepteur, comprenant l'ensemble des organes d'inscription. Au-dessus de la bande de papier, dans une cage vitrée, un cylindre à gorges peut être considéré comme la réunion d'une série de molettes qui, constamment encrées par

un tampon cylindrique placé à la partie supérieure et enduit d'encre oléique, représentent comme autant d'encriers toujours prêts à déposer sur le papier les traces visibles des signaux transmis.

» Au-dessous de la bande, une série de styles placés verticalement, chacun en regard d'une molette, sont actionnés chacun par un électro-aimant spécial, et, soulevant le papier dès qu'ils en reçoivent l'ordre, l'appliquent, aux moments voulus, contre les molettes encrées. Ce récepteur, qui, à proprement parler, constitue le mélographe, contient plusieurs dispositions accessoires fort importantes, sur lesquelles il serait trop long d'insister, et que je me contente de signaler. Telles sont la disposition des galets moletés qui saisissent le papier par les bords pour l'entraîner et la disposition du débrayage, qui permet d'engager ou de suspendre l'action de ces galets; la disposition qui imprime au tampon encreur un mouvement lent de va-et-vient longitudinal; la disposition à l'aide de laquelle sont tenus écartés l'un de l'autre le tampon encreur et le cylindre à gorges, quand l'appareil ne fonctionne pas, afin d'éviter les encrassements; la disposition du peigne, invisible de l'extérieur, dont le rôle est de limiter l'action de chaque style à la région du papier qui lui est réservée; enfin, la disposition des différents réglages au moyen desquels on amène l'inscription à une netteté irréprochable.

» L'appareil est d'un maniement très simple et ne se dérange point. Le modèle présenté a fonctionné, depuis plus d'une année, presque chaque jour, sans accroc. Il semble donc résoudre entièrement le problème de la mélographie.

» En fait, il ne la résout qu'à moitié; je demanderai la permission de revenir, dans la prochaine séance, sur la seconde partie de la question. »

PHYSIQUE. — *Sur les tensions de vapeur du cyanogène liquide.* Note de MM. J. Chappuis et Ch. Rivière, présentée par M. H. Debray.

« En étudiant la compressibilité du cyanogène, nous avons eu l'occasion de mesurer quelques tensions maxima de ce gaz. Malgré le petit nombre des observations, nous avons cru qu'il ne serait pas inutile d'en faire connaître les résultats, à cause des écarts considérables (plus d'un tiers d'atmosphère) qu'ils présentent avec ceux de Faraday ou de Bunsen.

» Ces différences proviennent, d'une part, de la grande difficulté qu'on rencontre à introduire dans la chambre barométrique du cyanogène exempt

d'azote; d'autre part et surtout, de ce que les méthodes manométriques employées par ces deux savants ne comportent pas la même précision que le manomètre à air libre, dont nous avons fait usage.

» Les tensions sont exprimées, dans le Tableau ci-joint, en centimètres de mercure; nous y avons joint le résultat obtenu par Bunsen sous la pression atmosphérique, le seul, parmi les nombres antérieurs, qui nous ait paru présenter le même degré de certitude que les nôtres.

Températures.	Tensions maxima.
$-20°,7$	75^{cm}
0	180
5	215
10	257
15	307

» Pour débarrasser, autant que possible, d'azote le cyanogène qui a servi à ces expériences, on en avait préparé, à l'état liquide, une masse assez considérable qu'on fit bouillir et se congeler dans le vide avant d'en envoyer une partie dans la chambre manométrique; celle-ci, de son côté, avait été purgée de gaz par la trompe à mercure; un robinet à voie coudée, dont chacun imaginera facilement la disposition, permettait d'opérer le transvasement sans introduction de gaz étrangers. »

CHIMIE. — *Sur la reproduction d'un carbonate de soude nommé* urao *et* trona. Note de M. **Paul de Mondésir**, présentée par M. Debray.

« Les chimistes, en général, ne paraissent pas être très satisfaits des renseignements réunis sous le titre *sesquicarbonate de soude*. Ce qui suit pourra jeter sur ce sujet un peu plus de lumière.

» Il y a dix ans, j'avais à préparer pour l'Exposition de 1878 des échantillons considérables des sels contenus dans l'eau de la grande source de Royat. Après séparation des sels terreux et concentration au centième environ, l'extraction du chlorure de sodium et du carbonate de soude marcha d'abord aisément. Mais ensuite, lorsque les trois quarts des sels restaient encore dans les eaux mères, le carbonate de soude refusa de cristalliser par refroidissement, et quant au sel marin séparé par concentration, les lavages ne pouvaient le débarrasser d'alcali sans le dissoudre entièrement.

» Il ne me venait pas à l'esprit que, dans des dissolutions ayant bouilli

pendant plusieurs centaines d'heures, il pût y avoir d'autre carbonate de soude que du carbonate neutre. Cependant toutes les difficultés qui m'avaient arrêté longtemps provenaient de la présence de quantités considérables d'un sel ayant pour composition $3NaO, 4CO^2, 5HO$. Pour abréger les phrases, je l'appellerai désormais *carbonate quatre tiers*.

» Ce sel est très stable dans les dissolutions saturées de sel marin, probablement parce qu'il y est peu soluble, même à chaud, et il ne perd alors de l'acide carbonique, à l'ébullition, qu'avec une excessive lenteur [1]. Il en résulte que, après avoir précipité par concentration un mélange de chlorure de sodium et de carbonate quatre tiers, si l'on veut laver ce mélange, le carbonate se dissout en partie, tandis que le reste se dédouble en laissant du bicarbonate qui est encore bien moins soluble dans l'eau saturée de sel marin, de sorte qu'il devient impossible de débarrasser celui-ci de la réaction alcaline.

» Mais il est facile de séparer les deux sels en les faisant bouillir avec de l'eau; on décante : une grande partie du carbonate dissous se dépose presque immédiatement; on sépare l'eau qu'on remet sur la matière en traitement et l'on répète les mêmes opérations jusqu'à ce que le refroidissement de l'eau décantée ne produise plus de dépôt notable. Les lavages à l'eau froide suffisent ensuite pour achever la purification du sel marin.

» Le carbonate quatre tiers se présente alors en aiguilles très fines, assez longues pour se feutrer en masses qui ressemblent beaucoup à la pâte à papier.

» Dans l'eau pure, ce sel n'est stable qu'au-dessus de 25° et en présence d'un grand excès de carbonate neutre.

» En résumé, un excès de carbonate neutre est toujours nécessaire à sa production, les températures élevées la favorisent et la présence du sel marin permet d'abaisser la température et de réduire beaucoup l'excédent de carbonate neutre.

» Il est facile, en quelques instants, de montrer, même dans un cours, la combinaison du carbonate neutre et du bicarbonate de soude, sans faire intervenir le sel marin, qui pourrait éveiller des doutes sur la nature du résultat. On prend 100 de cristaux de soude écrasés, 20 d'eau et 20 de bicarbonate bien saturé et finement pulvérisé. Le tout est mis dans un ballon qu'on agite pour dissoudre les cristaux autant que possible, sans dépasser

---

(1) Néanmoins il ne se maintient qu'en présence d'un certain excédent de carbonate neutre.

la température de 20°. Le résultat est une bouillie claire, très mobile. En chauffant ensuite avec précaution, on voit, lorsqu'on a dépassé 25°, la combinaison se faire : les points blanc mat du bicarbonate disparaissent presque en totalité, l'aspect change complètement et la matière se prend si bien en masse qu'on peut retourner le ballon.

» Cette expérience, bonne pour montrer l'existence d'une combinaison, ne conviendrait pas pour préparer le carbonate quatre tiers aussi pur que possible. Lorsqu'il s'agit d'atteindre ce dernier but, l'eau pure n'est pas commode, parce que les eaux mères sont trop chargées de carbonate neutre et trop difficiles à extraire. D'un autre côté, la dissolution presque saturée de sel marin a l'inconvénient de déposer facilement quelque portion de ce sel et de dissoudre peu le bicarbonate et le carbonate quatre tiers. Il est donc préférable de se placer à une certaine distance de ces extrêmes et de donner, par exemple, au dissolvant la composition suivante : 100 d'eau, 28 de sel marin et 28 de cristaux de soude. Dans ce liquide chauffé près de l'ébullition, on verse, par petites portions, 8 de bicarbonate et 27 de cristaux de soude, bien broyés ensemble. Il faut éviter les pertes d'eau par évaporation et la formation de gros grumeaux qui pourraient être difficiles à dissoudre. Après dissolution complète, on laisse refroidir très lentement : la cristallisation se fait et il ne reste plus qu'à décanter, égoutter rapidement et enlever l'eau mère par les moyens connus. Il est prudent de ne pas laisser la température descendre au-dessous de 20°. Le dosage du sel marin dans le produit indique la quantité d'eau mère qui y est restée. Dans les opérations bien faites, cette quantité est insignifiante.

» Le carbonate quatre tiers existe dans la nature : c'est l'urao. Déjà en 1852, Laurent, dans une revue générale des formules des carbonates, faisait observer que l'analyse de l'urao par M. Boussingault représentait du carbonate quatre tiers et non du sesquicarbonate. On en jugera par le Tableau ci-dessous où l'analyse de M. Boussingault est placée entre les compositions calculées des deux sels :

	Sesquicarbonate.	Urao.	Carbonate $\frac{4}{3}$.
	Calcul.	Analyse.	Calcul.
NaO............	37,80	41,22	41,15
CO^2............	40,25	39,00	38,94
HO............	21,95	18,80	19,91

» Le carbonate quatre tiers a d'ailleurs toutes les propriétés de l'urao :

sa dureté, sa forme cristalline générale, avec les mêmes faces; mais les stries ont empêché jusqu'ici une mesure exacte des angles. En cas de cristallisation très lente, il forme des masses radiées, fibreuses, qui répondent parfaitement aux descriptions minéralogiques de l'urao et du trona. Enfin, exposé à l'air, pendant plusieurs années, dans une armoire, il ne s'est pas effleuri.

» On remarquera que les conditions favorables à la production du carbonate quatre tiers concordent parfaitement avec les conditions naturelles dans lesquelles se produisent les matières qu'on a rapportées exclusivement jusqu'ici au sesquicarbonate. Celles-ci, en effet, ont toujours leurs gisements dans des pays chauds et dans des eaux chargées de sel marin. Dans les cas où ces deux conditions ne sont pas réunies, on ne trouve en dépôt que du carbonate neutre. Je dis en dépôt, parce qu'il n'est pas douteux que les dissolutions contiennent un excès d'acide carbonique, puisque le carbonate neutre dissous absorbe l'acide carbonique de l'air et même en forte proportion.

» L'identité du carbonate quatre tiers me paraît donc certaine avec l'urao et avec de nombreux échantillons de trona, dont les analyses indiquent une proportion d'eau voisine de 20 pour 100. Je crois qu'il forme aussi une partie de diverses matières, comme le natron d'Égypte, qui est un mélange. Mais il reste quelque chose à élucider, pour les échantillons qui contiennent aux environs de 22 pour 100 d'eau.

» Je donnerai dans un Mémoire les détails qui ne peuvent trouver place ici. »

CHIMIE. — *Action de l'acide sélénieux sur le bioxyde de manganèse.* Note de M. **P. Laugier**, présentée par M. Fremy.

« L'analogie qui existe entre les composés du sélénium et ceux du soufre m'a engagé à rechercher s'il n'existerait pas un produit oxygéné Se^2O^5 correspondant à S^2O^5, obtenu, comme on sait, en faisant agir l'acide sulfureux sur le bioxyde de manganèse.

» De nombreux essais exécutés dans cette voie ne m'ont donné aucun résultat, mais j'ai obtenu quelques composés nouveaux résultant de la combinaison de l'acide sélénieux avec le sesquioxyde de manganèse, qui font l'objet de cette Note.

» L'acide sélénieux en dissolution concentrée agissant sur le bioxyde de manganèse naturel finement pulvérisé l'attaque peu, même après une ébullition prolongée; on obtient une matière orangée, cristalline, mélangée à un grand excès de bioxyde de manganèse non attaqué, dont il est impossible de la débarrasser; on trouve en même temps dans le liquide, outre de l'acide sélénieux en excès, de petites quantités de séléniate de protoxyde de manganèse. La même attaque, faite en tube scellé et chauffé à 140° pendant huit heures, est encore incomplète.

» Le bioxyde de manganèse hydraté, obtenu en versant du chlorure de manganèse dans une dissolution de permanganate de potasse en excès, desséché à la température ordinaire, est, au contraire, très facilement attaqué par l'acide sélénieux. Le mélange s'échauffe un peu et il se produit une dissolution brune (analogue à la dissolution de MnO^2 dans HCl) qui se décompose presque immédiatement en formant une matière jaune orangé et en donnant du séléniate de protoxyde de manganèse qui reste en dissolution.

» Cette solution brune paraît renfermer du sélénite de bioxyde de manganèse; en effet, il ne se dégage pas d'oxygène pendant la réaction, et l'on ne trouve du séléniate de manganèse que lorsqu'elle se décompose. On sait que M. Fremy a déjà fait connaître une combinaison du bioxyde de manganèse avec l'acide sulfurique.

» Le corps jaune orangé, lavé à l'eau chaude et desséché à 100°, renferme de l'acide sélénieux et du sesquioxyde de manganèse; mais il n'est pas pur et retient toujours un excès de bioxyde de manganèse qui a échappé à l'action de SeO^2.

» Pour préparer un corps pur, le meilleur moyen est de chauffer en tube scellé à 140° pendant huit heures $1^{éq}$ de $MnO^2, 4HO$ avec $6^{éq}$ de SeO^2 dissous dans 500^{gr} d'eau. On obtient ainsi un corps beaucoup plus rouge que le précédent et plus dense, qui se laisse mieux laver et qui présente les propriétés suivantes après avoir été desséché à 100° : il est insoluble dans l'eau; les acides sulfurique et azotique concentrés ne l'attaquent pas à froid; ces mêmes acides étendus de trois fois leur volume d'eau ne l'attaquent pas à l'ébullition; l'acide sulfureux le dissout et précipite ensuite du sélénium; l'acide chlorhydrique l'attaque très facilement à froid avec dégagement de chlore; les dissolutions alcalines le décomposent en sesquioxyde de manganèse et acide sélénieux; chauffé vers 200°, il ne perd pas d'eau; vers 600°, il perd de l'acide sélénieux et donne une poudre rose qui est soluble dans l'eau et qui est du séléniate de protoxyde de manganèse.

» L'analyse a donné :

Mn^2O^3	26,220	26,192
SeO^2	73,780	73,732
	99,980	99,924

» Ce corps aurait donc pour formule $Mn^2O^3, 4SeO^2$; la théorie donne pour cette formule :

Mn^2O^3	26,211
$4SeO^2$	73,789
	100,000

» Ce sélénite acide de manganèse, chauffé en tube scellé pendant quatre heures à 140° avec de l'eau, se décompose en donnant un nouveau corps cristallisé en petits prismes verts, qui est du séléniate de protoxyde de manganèse et de l'acide sélénieux.

» Ce corps soumis à l'analyse a donné :

Mn^2O^3	41,425	41,502
SeO^2	38,381	38,395
	99,806	99,897

Il aurait pour formule $Mn^2O^3, 2SeO^2$: c'est un sélénite basique de sesquioxyde de manganèse. La théorie donne pour cette formule :

Mn^2O^3	41,535
$2SeO^2$	58,465
	100,000

» Ce sélénite est, comme le précédent, insoluble dans tous les réactifs cités plus haut; seuls, l'acide chlorhydrique le dissout avec dégagement de chlore; l'acide sulfureux produit un dépôt de sélénium; les dissolutions alcalines le décomposent en sesquioxyde de manganèse et acide sélénieux; chauffé vers 600°, il ne donne pas d'acide sélénieux.

» On peut obtenir ce sélénite directement en chauffant pendant six heures en tube scellé, à 140°, $1^{éq}$ de $MnO^2, 4HO$ avec $2^{éq}$ d'acide sélénieux en solution concentrée.

» Enfin, si l'on abandonne ce sélénite basique pendant un mois avec un excès d'acide sélénieux en dissolution, il absorbe une partie de cet acide et se transforme en un nouveau corps rouge, bien cristallisé, dont les propriétés ne diffèrent pas beaucoup des deux sels précédents; il est

hydraté et il perd son eau vers 200°; à une plus haute température, vers 600°, il dégage de l'acide sélénieux et donne le sélénite basique

$$Mn^2O^3, 2SeO^2.$$

» A l'analyse on trouve :

HO	16,625
Mn^2O^3	27,120
SeO^2	56,065
	99,810

ce qui correspond à la formule $Mn^2O^3, 3SeO^2, 5HO$. Ce corps est donc le sélénite neutre de sesquioxyde de manganèse; la théorie donne :

5HO	16,610
Mn^2O^3	27,016
$3SeO^2$	56,374
	100,000

» Ces recherches démontrent donc que l'acide sélénieux, en agissant sur le bioxyde de manganèse, paraît produire d'abord du sélénite de bioxyde de manganèse qui, en se décomposant, donne différents sélénites de sesquioxyde de manganèse; elles prouvent aussi que l'acide sélénieux n'est pas oxydé directement par l'hydrate de bioxyde de manganèse et que, lorsque cette oxydation se produit, elle forme un corps secondaire provenant de la décomposition soit du sélénite de bioxyde, soit du sélénite acide de sesquioxyde de manganèse, par voie sèche ou par voie humide ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates du chlorure de baryum.* Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« 1. Les systèmes constitués par le chlorure de baryum et l'eau offrent à 100° les tensions suivantes :

Solution saturée, environ	664 mm
BaCl + 2,00HO, sel cristallisé	620
BaCl + 1,90HO, sel effleuri	626
BaCl + 1,20HO, sel effleuri	615
BaCl + 0,94HO, sel très effleuri	272
BaCl + 0,18HO, sel presque anhydre	270

([1]) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. Fremy, au Muséum d'Histoire naturelle.

» Deux hydrates définis sont évidents : l'hydrate ordinaire

$$BaCl, 2HO$$

et le monohydrate

$$BaCl, HO.$$

» Ce dernier ne se trouve pas ordinairement mentionné dans les Ouvrages de Chimie. Pourtant son existence a été indiquée par M. J. Thomsen, qui a vu que l'addition successive au chlorure anhydre de 2^{mol} d'eau dégageait des quantités de chaleur inégales (¹), et par M. W. Müller-Erzbach (²) qui a observé, avec l'hydrate cristallisé, que le départ des 2^{mol} d'eau se faisait avec des vitesses différentes.

» On voit pourquoi l'hydrate BaCl, HO ne peut être obtenu en abandonnant à la température de 100° le sel cristallisé. Dans ces conditions, la déshydratation va jusqu'au chlorure anhydre.

» Le monohydrate se produit avec facilité quand on place le sel hydraté ordinaire dans une étuve réglée à 60° ou 65°. A cette température, BaCl, 2HO s'effleurit assez rapidement, tandis que BaCl, HO s'effleurit à peine ou demeure inaltéré suivant l'état hygrométrique.

» 2. A la température ordinaire, le chlorure de baryum cristallisé ne s'effleurit pas, même sur l'acide sulfurique moyennement concentré : ce qui est l'indice d'une tension de dissociation très faible. Au contraire, placé dans l'air humide, il prend de l'eau. Un échantillon, abandonné sous une cloche humide, à des températures inférieures à + 10°, pendant les mois de décembre 1886 et de janvier 1887, a augmenté de poids d'une manière continue, tout en restant parfaitement sec. Il avait gagné 4,5 pour 100 de son poids en eau quand on a mis fin à l'expérience. Les tensions ont été, à + 10° :

	mm
BaCl + 2,00 HO, tension inférieure à	2,7
BaCl + 2,25 HO, environ	7,5
BaCl + 2,40 HO	7,5
BaCl + 2,61 HO	7,4

» Cette expérience ne peut être interprétée que par l'existence au-dessous de + 10° d'un nouvel hydrate défini, contenant plus de $2^{éq}$ d'eau.

(¹) J. Thomsen, *Recherches thermochimiques*, t. III, p. 160.

(²) W. Müller-Erzbach, *La constitution des sels hydratés d'après leurs tensions de dissociation à la température ordinaire* (*Bulletin de la Société chimique allemande*, t. XIX, p. 127).

» La détermination de la formule de ce composé par l'examen de la proportion totale de l'eau qu'il peut fixer est impraticable, en raison de la grande lenteur avec laquelle s'opère cette absorption; mais on peut résoudre la question par des considérations d'une autre nature.

» On sait que les solutions sursaturées de chlorure de calcium, par l'addition de chlorure de baryum ordinaire, laissent immédiatement cristalliser du chlorure de calcium à 6[éq] d'eau, fait observé par M. Lefebvre, qui n'en a point trouvé d'explication satisfaisante [1].

» L'hypothèse d'un hydrate BaCl, 6HO, isomorphe avec CaCl, 6HO, rend compte du phénomène de la façon la plus nette, en même temps qu'elle complète les analogies qui existent entre les chlorures de baryum, de strontium et de calcium.

» Je pense donc que le nouvel hydrate est

BaCl, 6HO.

Il en existerait toujours des traces, incomplètement dissociées, dans le chlorure de baryum à la température ordinaire.

» 3. Le chlorure de baryum fournirait en résumé les hydrates suivants :

Chlorure de baryum monohydraté.......	BaCl, HO
» bihydraté..........	BaCl, 2HO
» hexahydraté.......	BaCl, 6HO

» Les tensions de dissociation de ces composés varient à peu près comme il suit :

Températures.	BaCl, 6HO.	BaCl, 2HO.		BaCl, HO.
°	mm	mm	mm	mm
5..............	5,4	»	»	»
10..............	7,5	»	M. Pareau [2]	»
30..............	»	5,7	4,0	»
40..............	»	10,5	14	»
50..............	»	»	27	»
60..............	»	60	»	»
80..............	»	208	»	50,5
100..............	»	623	»	271

(1) E. Lefebvre, *Note sur la sursaturation du chlorure de calcium* (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 684).

(2) A.-H. Pareau, *Sur les tensions de dissociation des sels hydratés* (*Annales de Poggendorff*, nouvelle série, t. I, p. 59).

CHIMIE. — *Sur les chromo-iodates*. Note de M. **A. Berg**, présentée par M. Berthelot.

« Ces sels se forment lorsqu'on ajoute de l'acide iodique à une solution d'un bichromate, ou de l'acide chromique à la solution d'un iodate.

» Ils peuvent être envisagés comme dérivant d'un acide monobasique représentant un anhydride mixte chromo-iodique. Cet acide se forme par l'union d'une molécule d'acide chromique normal et d'une molécule d'acide iodique avec perte d'une molécule d'eau. Sa formule de constitution est

$$CrO^2 \begin{array}{l} \diagup O - IO^2 \\ \diagdown OH \end{array};$$

il a d'ailleurs été obtenu.

» *Caractères généraux des chromo-iodates*. — Ils se présentent généralement sous forme de croûtes cristallines à cristaux très petits et rarement sous forme de cristaux isolés.

» Ces sels subissent de la part de l'eau une action décomposante qui tend à les scinder en iodates et acide chromique libre. Toutefois cette décomposition est limitée et est empêchée par la présence d'un excès d'acide chromique. Il y a là une sorte de phénomène de dissociation, l'acide chromique mis en liberté par suite du dédoublement d'une partie du sel préservant le reste de la décomposition. Pour faire cristalliser ces sels, il faut donc ajouter de l'acide chromique à leur solution.

» Soumis à l'action de la chaleur, les chromo-iodates perdent leur eau à 120°-140° lorsqu'ils sont hydratés. Si la température continue à s'élever, il se produit un dégagement d'oxygène et de vapeurs d'iode et il reste un résidu de bichromate.

» Les solutions de ces sels sont acides, et donnent par les alcalis et les carbonates alcalins un mélange de chromate et d'iodate.

» Les chromo-iodates cèdent facilement leur oxygène aux corps réducteurs. L'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré donnent de l'acide iodhydrique, du sulfate de sesquioxyde de chrome et le sulfate de la base du sel.

» Les substances organiques portent leur action sur l'acide chromique : il suffit de placer sous une même cloche deux capsules contenant, l'une une solution de sel, l'autre de l'alcool et de l'éther, pour que la réduction soit effectuée au bout de quelques heures. Il se dépose une poudre verte

qui est de l'iodate de chrome, et il reste en solution un mélange de chromate neutre et de bichromate. La réaction est probablement

$$6CrO^2 \begin{cases} O-IO^2 \\ OM \end{cases} - 3O = Cr^2(IO^3)^6 + 2CrO^4M^2 + Cr^2O^7M^2$$

(M représentant un métal monoatomique).

» Les sels obtenus sont à base alcaline. Il faut y joindre quelques autres sels, ceux de magnésie, de cobalt, de nickel, etc., dont l'étude n'est pas achevée. Quant aux sels à base alcalino-terreuse, ils paraissent ne se former dans aucune circonstance.

» L'analyse de ces composés a été faite en les réduisant par l'acide sulfureux, et dosant ensuite le sesquioxyde de chrome et l'acide iodhydrique formés. La base a été dosée par les méthodes ordinaires. Enfin l'eau se détermine en chauffant le sel dans un petit tube taré à une température de 120°-140°, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de perte de poids.

» *Acide chromo-iodique* $CrO^2 \begin{cases} O-IO^2 \\ OH \end{cases} + 2H^2O$. — Pour le préparer, on dissout dans une petite quantité d'eau une molécule d'acide chromique et une molécule d'acide iodique. Par concentration sur l'acide sulfurique, il se forme une masse cristalline rouge-rubis que l'on essore sur une pierre ponce au-dessus de l'acide sulfurique.

» Ces cristaux sont déliquescents et n'ont pu être déterminés. Ils paraissent appartenir au système orthorhombique.

» Soumis à l'analyse, ces cristaux ont fourni les nombres

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	32,05	32,9	32,7
I^2O^5	53,52	52,9	53,1
H^2O	14,42	14,8	14,9

» Ces nombres s'accordent avec la formule $CrO^2 \begin{cases} O-IO^2 \\ OH \end{cases} + 2H^2O$.

» Par l'action de la chaleur, il fond d'abord, perd de l'eau, puis de l'oxygène et de l'iode. Il oxyde l'alcool, mais avec beaucoup moins d'énergie que l'anhydride chromique. Il se dépose souvent dans cette préparation une poudre chatoyante jaune orange qui paraît être constituée par du chromo-iodate de potasse provenant de la présence de cette base, soit dans l'acide chromique, soit dans l'acide iodique employés.

» *Chromo-iodate de potasse* $CrO^2 \begin{cases} O-IO^2 \\ OK \end{cases}$. — On l'obtient par évapora-

tion d'une solution d'une molécule de bichromate de potasse, de deux molécules d'acide iodique avec un petit excès d'acide chromique, ou par la dissolution de l'iodate de potasse dans un excès d'acide chromique.

» Il forme des croûtes cristallines rouge vif ayant une tendance marquée à prendre la forme hémisphérique. Il se forme quelquefois dans les dernières eaux mères des cristaux isolés isomorphes avec le sel d'ammoniaque.

» Lorsque la solution renferme un grand excès d'acide chromique, le sel se dépose sous forme de paillettes jaune orange, ressemblant à l'acide borique. Ce sel est anhydre. Sa densité est de 3,66.

» L'analyse a donné les nombres :

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	31,84	32,5	32,9
I^2O^5	53,18	53,1	52,7
K^2O	14.98	14,9	14,8

» *Chromo-iodate d'ammoniaque* $CrO^3\begin{cases}O-IO^2\\OAzH^4\end{cases}$. — On l'obtient comme le sel de potasse.

» Il constitue une masse cristalline rouge dont les cristaux appartiennent au système orthorhombique. Il est assez soluble dans l'eau. Sa densité est égale à 3,50.

» L'analyse a donné :

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	34,13	35,0	34,8
I^2O^5	56,99	56,3	56,4
AzH^3	5,80	5,6	»
H^2O	3,07	»	»

» Il paraît exister un second sel hydraté dont la formule serait

$$CrO^3\begin{cases}O-IO^2\\OAzH^4\end{cases}+H^2O.$$

» En effet, l'analyse d'un sel déposé dans des conditions mal déterminées a donné les nombres

CrO^3.......... 32,8 I^2O^5.......... 53,2

qui s'accordent avec la formule précédente

» *Chromo-iodate de soude* $CrO^2\begin{cases}O-IO^2\\ONa\end{cases}+H^2O$. — Même préparation que pour les précédents.

» Croûtes cristallines rouges très solubles dans l'eau. Les cristaux sont trop petits pour être déterminés.

Ce sel est hydraté et contient une molécule d'eau de cristallisation. Il a fourni à l'analyse :

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	31,64	33,0	32,5
I^2O^5	52,84	52,1	52,4
Na^2O	9,81	9,4	»
H^2O	5,69	5,4	»

» L'analyse donne une proportion d'acide chromique plus grande que celle qui est déduite de la formule. Cela provient de la difficulté de priver le sel de l'excès d'acide chromique que l'on doit ajouter chaque fois à la solution. La même remarque s'applique à un degré moindre aux autres sels.

» La densité a été trouvée de 3,21.

Chromo-ïodate de lithine $CrO^3 \begin{cases} O-IO^2 \\ OLi \end{cases} + H^2O$. — Croûtes cristallines rouges se préparant comme les précédentes.

L'analyse a donné les nombres :

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	33,33	33,4	33,1
I^2O^5	55,66	54,6	55,2
Li^2O	5,00	4,8	»
H^2O	6,00	6,5	»

CHIMIE. — *Sur la constitution des argiles.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Les argiles, ainsi que je l'ai établi précédemment ([1]), peuvent être classées, d'après leur décomposition pyrogénée, en cinq catégories distinctes, qui ne présentent généralement pas de mélanges entre elles. Il y avait lieu de rechercher, en outre, la présence de silice et d'alumine libre.

» Sous l'influence d'un échauffement progressif, la silice hydratée donne un ralentissement entre 100° et 200°. L'alumine hydratée se comporte d'une façon très variable, suivant sa provenance. Précipitée de l'aluminate de soude, elle montre un premier temps d'arrêt avant 200° et un

([1]) *Comptes rendus*, même Volume, p. 1443.

second finissant à 360°. Précipitée des sels aluminiques ou obtenue par la calcination modérée de l'azotate, elle donne sensiblement les mêmes arrêts et, en outre, une accélération brusque à 850°. C'est à la suite de ce dégagement de chaleur que l'alumine devient insoluble dans les acides. Enfin, l'alumine hydratée de la bauxite donne un ralentissement se terminant à 700°, c'est-à-dire à la même température que celui des halloysites. Il résulte de là que la présence de la silice hydratée ne peut être mise en évidence dans aucun des silicates d'alumine hydratés qui donnent à peu près tous un ralentissement entre 100° et 200°; les deux premiers hydrates d'alumine ne peuvent, au contraire, se rencontrer dans aucun cas; celui de la bauxite ne peut exister que dans le groupe des halloysites.

» On voit, en outre, que le dégagement de chaleur observé dans la cuisson des argiles des premier et second groupes doit être attribué à la transformation moléculaire de l'alumine. C'est, en effet, après ce phénomène que l'alumine des argiles devient insoluble dans les acides. Cette alumine libre, qui n'existait pas primitivement dans l'argile, résulte de la décomposition de cette dernière au moment de sa déshydratation.

» Pour compléter cet étude, il reste à déterminer la composition chimique des silicates d'alumine qui communiquent à chaque groupe ses caractères distinctifs. Deux d'entre eux sont déjà parfaitement connus. Le quatrième groupe est celui de la *pyrophyllite* $4SiO^2, Al^2O^3, HO$. Le troisième groupe est celui du *kaolin* $2SiO^2, Al^2O^3, HO$. Le deuxième groupe, celui des *allophanes*, ne renferme qu'un petit nombre d'argiles dont la formule paraît être, d'après les analyses connues, SiO^2, Al^2O^3, Aq. Le cinquième groupe, celui de la *montmorillonite*, comprend un plus grand nombre d'argiles; mais elles sont généralement très impures, renferment des alcalis, de la chaux, du fer, du manganèse, dont la présence se manifeste par la fusibilité de la matière. Parmi celles-ci, la stéargilite de Poitiers m'a paru fournir le produit le plus pur. Lavée à l'eau légèrement acidulée, elle abandonne, outre son calcaire, une argile rouge extrêmement ténue, qui reste en suspension, et elle laisse comme résidu une argile blanche très homogène. Son analyse m'a donné :

SiO^2	49
Al^2O^3	23,1
Fe^2O^3	2,4
CaO	0,5
HO à 250	16,7
HO au rouge	7
	98,7

Les analyses antérieurement faites de la confolensite et de la montmorillonite se rapprochent de la précédente; celle de la cimolite donne un peu plus de silice. Leur composition peut être représentée par la formule

$$4SiO^2, Al^2O^3, HO, Aq.$$

» Le premier groupe, celui des *halloysites*, est de beaucoup le plus important; il comprend la totalité des argiles sédimentaires et la majeure partie des argiles chimiques. Les premières sont formées, d'après les travaux de M. Schlœsing, par un mélange de quartz, de silicate d'alumine cristallisé et d'argile colloïdale. Elles sont trop complexes pour que l'on puisse déduire aucune conséquence de leur analyse chimique brute. Les argiles chimiques se rencontrent, au contraire, souvent à un très grand état de pureté, reconnaissable à leur blancheur, à leur infusibilité, à l'homogénéité et à la finesse de leur grain. Elles présentent alors une composition très régulière, représentée par la formule $2SiO^2, Al^2O^3, 2HO, Aq$, comme le montrent les analyses suivantes faites sur des échantillons triés avec soin, qui m'avaient servi pour mes essais par calcination. La matière avait été préalablement chauffée à 250° pour chasser l'eau hygrométrique. Les provenances étaient les suivantes :

» 1, Angleur. 2, Huelgoat. 3, Miglos. 4, Breteuil. 5, Laumède. 6, Eifel. 7, Russie.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Calculé.
SiO^2	46,3	47,9	46,3	48,3	48,7	46,6	47,4	46,4
Al^2O^3	39,5	38	38,7	35,6	36,5	39,3	38,8	39,7
HO..........	14,3	14,3	14	14,3	13,6	13	14	13,9
	100,1	100,2	99,0	98,2	98,8	98,9	100,2	100,0
Eau hygrométrique ..	8,5	5,4	6,5	12,5	4	3,5	7	

» L'eau se divise très nettement en deux parties : l'une part à 150° après vingt-quatre heures de chauffe ou à 250° en un quart d'heure; l'autre ne commence à s'en aller qu'au-dessus de 400°. La proportion de celle-ci est toujours très exactement de 2^{éq} pour 1^{éq} d'alumine. Le rapport de la silice et de l'alumine, qui dans la grande majorité des cas est celui qui est donné dans les analyses ci-dessus, s'écarte dans quelques cas de sa valeur normale par suite du mélange de silice ou d'alumine libre. Je citerai d'abord les bauxites siliceuses; la bauxite blanche de Brignoles, sur laquelle ont porté mes expériences, renferme un peu moins de 1^{éq} de silice pour 1^{éq} d'alumine. La présence d'alumine libre dans ce produit ne saurait faire aucun doute. Par contre, les analyses du savon de Plombières donnent une quantité de

silice variant entre $3^{éq}$ et $4^{éq}$; mais, dans ce cas encore, j'ai reconnu que la proportion d'eau de combinaison rapportée à l'alumine gardait sa valeur normale. Cela rend bien vraisemblable la présence de silice libre; ce produit d'ailleurs, malgré son apparence, est assez impur et très irrégulier : il renferme du sulfate de chaux, de la magnésie, etc.

» Mais ces écarts de composition sont rares, et l'on peut admettre pour la formule du silicate d'alumine de ce groupe

$$2SiO^2, Al^2O^3, 2HO, Aq.$$

C'est la même formule que celle du kaolin, mais on ne saurait réunir ces deux composés qui possèdent des propriétés tout à fait différentes. L'action des acides après déshydratation, le dégagement de chaleur à 1000° établissent une distinction parfaitement tranchée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle bétaïne, la triméthyl α-amidobutyrobétaïne.* Note de M. **E. Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« Cette bétaïne s'obtient en faisant réagir une solution alcoolique de triméthylamine en excès (1^{mol},5 environ) sur l'éther bromobutyrique (1^{mol}).

» Aussitôt le mélange des deux corps effectué, il se produit un précipité assez important, mais il n'y a pas échauffement. En abandonnant ensuite le mélange à lui-même, il se forme des cristaux volumineux. Ceux-ci augmentent lentement et, après quelques jours, ils occupent le quart environ du volume total. En chauffant pendant douze heures, en vase clos, à 100°, on termine la réaction. On traite ensuite par la baryte, pour décomposer le bromhydrate de triméthylamine qui a pris naissance et saponifier le produit d'addition de la triméthylamine et de l'éther bromobutyrique; on distille, puis on précipite exactement la baryte par l'acide sulfurique; finalement on traite par l'oxyde d'argent et l'on concentre.

» On obtient un liquide sirupeux, alcalin, ce qui indique la formation d'une certaine quantité d'hydrate de tétraméthylammonium. Fortement concentré, ce sirop se prend en masse. On traite par l'alcool, et l'on fait cristalliser. Après plusieurs cristallisations dans l'alcool, on obtient des cristaux volumineux, transparents. Ces cristaux, à 120°, deviennent opaques et perdent 1^{mol} d'eau de cristallisation. Soumis à l'analyse après des-

siccation à 120°, ils répondent parfaitement à la composition de la triméthyl α-amido-butyrobétaïne, qui a pour formule

$$\begin{matrix} CH^3-CH^2-CH-CO \\ (CH^3)^3\equiv Az-O \end{matrix}$$

	Calculé.	Trouvé.
C^7	57,93	57,81
H^{15}	10,35	10,61
Az	9,62	9,72

» Cette bétaïne est excessivement soluble dans l'eau, elle est très soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther. Elle est neutre. Elle cristallise dans l'alcool en cristaux volumineux et transparents renfermant 1^{mol} d'eau de cristallisation. Ils ont une saveur amère.

» Les eaux mères alcooliques d'où se sont déposés les cristaux de cette bétaïne en renferment encore beaucoup, ainsi qu'une notable quantité d'hydrate de tétraméthylammonium. A l'aide du chlorure de platine et de cristallisations méthodiques, on obtient facilement les chloroplatinates de ces bases à l'état de pureté.

» Le chloroplatinate de la triméthyl α-amido-butyrobétaïne se présente en prismes allongés surmontés d'un pointement qui donne aux cristaux l'aspect d'octaèdres très allongés. Ces cristaux sont jaune orangé, leur poussière est jaune chamois. Ils renferment 1^{mol} d'eau de cristallisation qu'ils perdent à 100°. Ils sont à peine solubles dans l'alcool.

» Soumis à l'analyse après dessiccation, ils ont fourni les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.
C^{14}	23,89	23,94
H^{32}	4,55	4,69
Pt	28,16	28,05

» Le chlorhydrate de cette bétaïne a été obtenu en décomposant le chloroplatinate par l'hydrogène sulfuré; il semble incristallisable, même dans l'alcool.

» Le chloro-aurate est assez intéressant. En traitant la solution du chlorhydrate par le chlorure d'or, il se forme une sorte de précipité blanc jaunâtre, qui n'est autre chose qu'une émulsion d'une huile jaune, lourde; par agitation celle-ci se rassemble. A l'ébullition, cette huile entre en dissolution dans l'eau; par refroidissement, le liquide se trouble, l'huile réap-

paraît, mais après quelques heures il se forme des cristaux lamellaires et bientôt l'huile elle-même se transforme en cristaux.

» Les tentatives faites pour obtenir la bétaïne butyrique éthylée ont complètement échoué; la triéthylamine réagit incomplètement, il est vrai, sur l'éther bromobutyrique, mais il y a réaction, car il y a une abondante formation de cristaux. Il se forme comme produit principal de la réaction de l'acide α-oxybutyrique.

» La triéthylamine, sèche ou humide, en réagissant sur l'acide bromobutyrique, fournit également comme produit principal de la réaction de l'acide α-oxybutyrique.

» En faisant agir l'iodure d'éthyle sur l'acide α-amidobutyrique en présence de la potasse alcoolique, je n'ai pas été plus heureux : il ne s'est pas formé de bétaïne; la réaction a fourni comme produit principal de l'acide diéthylamidobutyrique. Mais, en faisant réagir l'éther α-bromopropionique sur la triéthylamine, je suis parvenu à constater la formation d'une petite quantité de triéthyl α-amidopropiobétaïne à l'état de chloroplatinate ([1]). Le chloroplatinate de cette base est en aiguilles jaune orangé ou en tables s'effleurissant à l'air. Le rendement est détestable; 200^{gr} d'éther bromopropionique ont fourni 2^{gr} environ de chloroplatinate de bétaïne. Le produit principal de la réaction est de l'acide lactique ([2]). Il se forme en outre un peu d'hydrate de tétraéthylammonium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux camphres mononitrés isomériques dérivés du camphre ordinaire.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« J'ai signalé, l'année dernière ([3]), la transformation du camphre chloronitré sous l'influence du cuivre, du zinc et du fer, et des alcalis en camphre mononitré donnant des sels cristallisés nettement définis.

» En approfondissant cette réaction, je suis parvenu à isoler deux isomères formés simultanément, parfaitement distincts, se différenciant aussi

---

([1]) A l'analyse, ce chloroplatinate a fourni pour 100 : Pt, 26,04; C, 28,43; H, 5,39. La théorie demande pour 100 : Pt, 26,22; C, 28,46; H, 5,27.

([2]) Bruhl, en faisant agir l'éther α-chloropropionique sur la triéthylamine, avait complètement échoué (*Deutsche chemische Gesellschaft*, t. IX, p. 34).

([3]) *Comptes rendus*, 16 juillet 1886.

bien par les caractères physiques que par les caractères chimiques. J'ai reconnu également que les deux camphres chloronitrés isomériques que j'ai décrits [1] donnent chacun naissance à ces deux mêmes dérivés mononitrés.

» Pour les préparer, on fait réagir le zinc recouvert de cuivre sur les camphres chloronitrés mélangés, produits dans l'attaque du camphre monochloré par l'acide nitrique fumant. 600^{gr} de grenaille de zinc sont additionnés de 1^{lit} d'une solution de sulfate de cuivre à 10 pour 100. Quand le cuivre est déposé, on lave, on ajoute 1500^{gr} d'alcool à 930, puis 300^{gr} des camphres chloronitrés.

» On chauffe pendant cinq minutes en pleine ébullition au bain-marie. On décante l'alcool chaud pour arrêter l'action. On a un liquide brun, tenant en dissolution les deux camphres mononitrés à l'état de combinaison zincique et cuprique. On ajoute, après refroidissement, de la poudre de zinc pour transformer les nitrocamphres en sels zinciques. On filtre un liquide jaune qu'on distille aux deux tiers. On ajoute une dissolution chaude et concentrée de 120^{gr} de carbonate de soude. On chauffe au bain-marie pendant quelques instants en agitant. On ajoute 2^{lit} d'eau, on fait bouillir avec du noir pendant un quart d'heure et l'on filtre. A l'aide de l'acide chlorhydrique, on précipite les nitrocamphres : on obtient un rendement de 30 pour 100 environ.

» On lave à l'eau, on exprime, on expose pendant douze heures au soleil qui décolore le produit légèrement jaune verdâtre. On lave à froid avec l'alcool à 60°, qui enlève un nitrocamphre isomérique β. Il reste un nitrocamphre α insoluble.

» I. *Nitrocamphre α ou acide nitrocamphrique.* — Le nitrocamphre α, insoluble à froid dans l'alcool à 60°, est mis à cristalliser dans l'alcool à 93° bouillant, puis dans la benzine par évaporation lente. Cette dernière abandonne de magnifiques prismes orthorhombiques correspondant à la formule $C^{10}H^{15}(AzO^2)O$.

» Ce camphre mononitré est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool fort, surtout à chaud, très soluble dans la benzine, qui le dissout avec abaissement de température. Il fond à 100°-101° en un liquide incolore qui jaunit si l'on prolonge la fusion, puis se décompose vers 160°. Il brûle tranquillement sur une lame de platine sans déflagrer. Porté brusquement au rouge, il ne détone pas. Il est fortement lévogyre au sein de la benzine,

---

[1] *Bulletin de la Société chimique*, p. 503, mai 1883, et p. 285, février 1884.

faiblement au sein de l'alcool. Le pouvoir rotatoire, au sein de la benzine, diminue avec la richesse de la solution.

» On a $[a]_j = -140^\circ$ pour une solution à 0,676 pour 100 et $[a]_j = -102^\circ$ pour une solution à 5,206 pour 100. On a, dans l'alcool, $[a]_j = -7^\circ,5$ pour une solution à 3 pour 100.

» Le nitrocamphre, que nous appelons *acide nitrocamphrique*, rougit le tournesol, décompose les carbonates, donne des sels très bien cristallisés qui font la double décomposition.

» La solution alcoolique du sel de cuivre est marron, celle du sel ferreux rouge-grenat, celle du sel ferrique rouge-sang. Le sel de quinine est bien cristallisé. On obtient des éthers avec les alcools.

» Bouilli avec la potasse ou la soude concentrée, ce nitrocamphre ne s'altère pas. Chauffé avec l'eau au delà de 100°, en tube scellé, il donne de l'ammoniaque et de l'acide nitrique provenant sans doute de l'acide nitreux; cette décomposition est lente. Sous l'influence d'un mélange d'acide nitrique fumant et d'acide sulfurique, il paraît se former un camphre binitré, que l'eau décompose instantanément, même en opérant à basse température. Il y a dégagement de bioxyde d'azote avec formation d'anhydride camphrique

$$C^{10}H^{14}(AzO^2)^2O = C^{10}H^{14}O^3 + 2AzO.$$

» II. *Nitrocamphre* β *ou acide nitrocamphrique* β. — Le nitrocamphre, que l'on sépare de son congénère à l'aide de l'alcool à 60°, est le corps que nous avons déjà décrit ([1]). Il est mou comme le camphre, cristallise mal sous forme d'arborescences microscopiques; il est très soluble dans l'alcool faible et dans la benzine. Il donne à l'analyse élémentaire la composition du camphre nitré. Il fond à 97°-98°. Il est lévogyre dans la benzine plus faiblement que la variété α, et dextrogyre dans l'alcool. Dans la benzine (solution à 3,33 pour 100), on a

$$[a]_j = -75^\circ.$$

» Dans l'alcool (solution à 3,33 pour 100), on a

$$[a]_j = +7^\circ,5.$$

Ce corps est très altérable. Sous l'influence de la chaleur, il jaunit. Les alcalis à l'ébullition l'altèrent profondément.

([1]) *Comptes rendus*, 16 juillet 1886.

» On peut obtenir des sels qui sont beaucoup plus solubles dans les dissolvants que ceux de l'isomère α. Ainsi le sel sodique est très soluble dans l'alcool absolu froid. Le sel sodique α y est insoluble. Le sel de zinc est également plus soluble dans l'eau. Le sel ferrique au sein de l'alcool présente également une coloration rouge-sang.

» III. Ce ne sont pas là les seuls cas d'isomérie du camphre mononitré. Nous possédons un autre dérivé mononitré très bien cristallisé, nettement défini, se différenciant totalement des précédents par ses propriétés physiques et chimiques. Nous le décrirons prochainement, en établissant les conditions de sa formation. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Calcimètre simplifié.* Note de M. **A. Bernard**, présentée par M. Berthelot.

« Depuis longtemps on connaît le calcimètre de Scheibler, employé principalement pour doser le carbonate de chaux dans le noir animal.

» Cet appareil a été modifié par Dietrich, par G. Rumpf [1] et par MM. Salleron et Pellet. En 1881, j'ai songé à construire et à employer l'un ou l'autre pour doser le calcaire contenu dans la terre fine passant au tamis de dix fils par centimètre, celle que, d'après M. P. de Gasparin, on doit considérer comme seule active.

» J'ai adopté le suivant, que chacun peut construire sans frais; je l'ai appliqué à une centaine de terres les plus diverses, renfermant depuis $0^{gr},02$ jusqu'à 400^{gr} de carbonate de chaux par kilogramme. Il est fondé sur le même principe que les précédents calcimètres.

» *Description de l'appareil.* — L'appareil se compose de deux tubes de 12^{mm} à 15^{mm} de diamètre intérieur et de $0^{m},60$ à $0^{m},80$ de hauteur, fixés sur une planche verticale, communiquant par le bas et formant manomètre; l'un de ces tubes est fermé par le bas au moyen d'un bouchon percé de deux trous dont l'un établit la communication avec le second tube (tube mesureur) et l'autre contient un tube communiquant avec un ajutage de même calibre (5^{mm} à 6^{mm}) fermé par une pince de Mohr. Le tube mesureur est relié par le haut par un tube et un caoutchouc à une fiole conique, dans laquelle s'effectue la décomposition du carbonate, au moyen d'un acide étendu renfermé dans un tube.

---

[1] Mentionnés dans le *Traité d'Analyse chimique quantitative* de Frésénius.

» *Construction*. — Le tube mesureur est calibré de la manière suivante. On le remplit d'eau, on en fait tomber avec précaution environ 10gr dans un récipient placé sur un trébuchet (dit de pharmacien), pesant au centigramme, ou simplement au décigramme. On note le poids d'eau tombée et le point d'affleurement de l'eau. Nouvelle chute de 10gr environ, nouvelle pesée sans vider le récipient (capsule de porcelaine) et nouvel affleurement marqué. Quand on a ainsi recueilli les 70cc à 100cc que peut contenir le mesureur, on a un assez grand nombre de repères qu'on reporte sur une feuille de papier collée sur la planchette. Il est facile d'avoir une division très exacte en centimètres cubes.

» *Marche d'une opération*. — On introduit 1gr par exemple de terre fine dans la fiole conique, puis, au moyen d'une pince, un tube renfermant 5cc à 10cc d'acide chlorhydrique étendu (acide du commerce étendu de son volume d'eau). On ferme la fiole avec soin, au moyen d'un bouchon, percé de deux trous laissant passer, l'un le tube de dégagement, l'autre un thermomètre sensible à mercure (allant de $-5°$ à $+100°$ par exemple); on rétablit l'égalité de niveau en ajoutant de l'eau qu'on verse par l'entonnoir supérieur ou en la faisant écouler par l'ajutage inférieur, dans un vase cylindrique de 200cc, dont l'eau sort indéfiniment.

» On renverse le tube en inclinant la fiole conique qu'on saisit par le collet : l'acide carbonique se dégage. On maintient, comme il est dit ci-dessus, l'égalité de niveau. On agite la fiole et, lorsque le dégagement est arrêté, on lit le volume, la température et la pression. Le calcul de calcaire, correspondant au volume d'acide carbonique dégagé, est des plus simples, et surtout beaucoup moins long qu'une expérience comparative avec un même poids de calcaire pur.

» *Avantages*. — C'est un véritable appareil de démonstration; mais c'est surtout lorsque, dans la même soirée par exemple, on opère sur une vingtaine de terres que le calcul est rapide, comme je vais en donner un exemple.

» On a deux fioles de rechange; on rince l'une pendant que l'autre est en expérience. La seule hésitation à avoir est de préjuger le poids de terre sur lequel on doit opérer pour avoir un volume notable d'acide carbonique ou pour ne pas en avoir un supérieur au volume du tube mesureur.

» L'opération va si vite que, pour plus d'exactitude, je fais deux opérations pour chaque terre. Dans la première j'agis sur 1gr de chacune des terres en expérience (ce qui parfois est trop); je note le volume, je déduis mentalement le poids de terre à employer pour avoir de 60cc à 80cc si l'ap-

pareil peut en contenir de 70 à 100, sans toutefois dépasser un poids de terre supérieur à 50^{gr} (avec plus de 5^{gr} de terre, ajouter autant de centimètres cubes d'eau qu'il y a de grammes de terre).

Nouvelle série d'opérations dans lesquelles le poids de terre à employer est très variable et peut aller de $0^{gr},5$ *à* 50^{gr}.

» Les poids au-dessous de 5^{gr} sont pesés à la balance de précision; ceux au-dessus de 5^{gr} sont pesés au trébuchet de pharmacien.

» Pour 20 expériences faites dans un espace de temps assez restreint, on n'a que 3 logarithmes à chercher pour la première opération, celui de V, celui de l'expression $\frac{1.293}{(1+\alpha t)760}$ et celui de H_0; les deux autres sont des nombres constants.

» Pour les 19 autres, on n'a qu'un logarithme à chercher, celui de V, auquel on ajoute le logarithme des 4 facteurs.

» Ce qu'il y a de plus incertain, c'est la température : or elle influe notablement sur le résultat; pour l'avoir constante, on peut agiter la fiole conique au sein d'une masse d'eau maintenue à la température ambiante.

» L'acide carbonique provenant des calcaires dolomitiques est compté totalement pour le carbonate de chaux, ce qui est une légère erreur.

» On peut penser qu'il faudrait tenir compte : 1° de la tension de vapeur d'eau, à la température à laquelle on opère; 2° de la solubilité de l'acide carbonique dans l'eau; 3° de l'inégalité de température dans les diverses parties de l'appareil. Mais c'est inutile, comme le prouvent les expériences suivantes, faites en vue de déterminer les corrections à effectuer :

» *Janvier* 1885. Carbonate de chaux rhomboédrique limpide (cristallisé en dent de cochon) et enlevé à coups de marteau d'une pierre du jurassique à laquelle il adhérait; finement pulvérisé.

» Poids, 3 *décigrammes*. Les appareils par perte ont donné une différence de poids de 120 *milligrammes*.

» L'appareil précédent a donné

$$72^{cc}\ (t = 17^\circ \text{ à } 19^\circ;\ H = 749).$$

» Le calcul donne

CO^2.	Température.
132^{mg}	17°
131^{mg}	18°
130^{mg}	19°

» Or la quantité d'acide carbonique contenue dans $0^{gr},3$ de $CaOCO^2$ pur est

$$\frac{300 \times 22}{50} = 132^{mg}.$$

» L'expérience a été recommencée avec des poids variant de $0^{gr},2$ à $0^{gr},3$ de spath d'Islande bien limpide et finement pulvérisé. Toujours la même exactitude a été constatée. Cette méthode en volume est donc à la fois *plus rapide* et *plus exacte;* voilà pourquoi elle est si facilement applicable à la terre fine et donne des résultats utiles à la connaissance des terres. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Contribution à l'étude du sol de la Tunisie.* Note de M. **H. Quantin**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les Communications de M. Thomas, relativement aux gisements de phosphates de la Tunisie, nous engagent à mettre sous les yeux de l'Académie les résultats auxquels nous a conduit l'analyse de différents sols de la Tunisie, et qui nous paraissent de nature à faire ressortir l'importance locale des gisements en question.

	Azote par kilogramme.	Acide phosphorique par kilogramme.
	gr	gr
Environs de la gare de Béja	0,75	0,065
Terres voisines de l'Oued Béja	0,90	0,408
Entre la ville et la gare de Béja	0,11	0,084
Terres de Souk el Kmir	1,65	0,572
» Oued Zargua	1,43	0,168
» Bordj Toum	1,06	0,462
» Manouba	1,57	0,136
	0,72	0,105
» Sidi Zéhili	1,30	0,520
» Ben Béchir	1,21	0,489
» Emplacement de Carthage	0,48	1,530
	0,54	1,700
	0,42	1,650

» Le Tableau qui précède montre que l'acide phosphorique fait généralement défaut dans les sols de la vallée de la Medjerdah, ce qui s'explique par ce fait qu'ils ont produit de tout temps des céréales sans jamais récupérer l'acide phosphorique exporté; l'azote s'est maintenu en quantité satisfaisante, grâce au pouvoir fixateur du sol. On ne saurait donc, à notre avis, trop insister sur l'importance que présente pour la Tunisie l'existence des gisements de phosphate reconnus par M. Thomas; là est vraisemblablement le remède à la médiocrité des récoltes dont se plaignent beaucoup de

colons, qui croient avoir affaire à un sol vierge parce qu'il est resté longtemps sans culture. Partout où l'eau ne manque pas, l'emploi des phosphates rétablira certainement l'antique fertilité disparue; d'autre part, l'abondance sur le marché européen des phosphates de toute provenance, dont la quantité ne fera que s'accroître avec les progrès de la déphosphoration, nous porte à penser que, eu égard à leur situation, les gisements de phosphates de la Tunisie présentent surtout de l'intérêt pour la culture du nord de l'Afrique, où ils pourront actuellement circuler de Tunis à Oran sans transbordement. »

ZOOLOGIE. — *Sur la fonction de l'organe énigmatique et de l'utérus des* Dendrocœles *d'eau douce*. Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« I. *Utérus*. — Cet organe existe chez toutes les Planaires d'eau douce; c'est une cavité de forme variable, très irrégulière chez *Dendr. lacteum*, piriforme chez *Pl. polychroa* et qui, comme l'a montré Isao Jijima, présente chez *Polyc. tenuis* deux branches longitudinales réunies par une branche transversale disposée en H. L'utérus se trouve, en général, situé entre la gaine du pharynx et la partie antérieure du pénis; il est en communication par un canal, qui passe au-dessus de la gaine du pénis, avec le cloaque génital, vaste cavité dans laquelle se trouvent, outre l'orifice du canal utérin, celui de l'oviducte commun, et les extrémités libres du pénis et de l'organe énigmatique.

» La structure de l'utérus est assez bien connue; il n'en est pas de même de son rôle physiologique.

» Se basant sur la disposition anatomique de l'appareil génital et sur la nature de l'épithélium utérin, Jijima croit que cet organe n'a rien de commun avec celui qui porte le même nom chez les autres animaux; il n'y a jamais rencontré ni spermatozoïdes, ni œufs, ni cellules vitellines (*Dotterzellern*), bien qu'il ait fait ses observations à l'époque de la ponte; il le considère uniquement comme une glande sécrétant la substance destinée à former l'enveloppe du cocon. Il est bien établi que le cocon se forme dans le cloaque génital; on comprend donc qu'il était difficile d'assigner à l'utérus une autre fonction que celle que lui attribue Jijima.

» II. *Organe énigmatique*. — Cet organe piriforme est désigné par O. Schmidt sous le nom de *räthselhaftes Organ;* par Jijima sous celui de

muskulöse Drusenorgan. Aucun auteur ne lui a donné un nom particulier.

» Il fait défaut chez *Pl. polychroa;* chez *Dendr. lacteum,* c'est un organe musculeux, aussi gros que le pénis, creusé à l'intérieur d'une cavité, avec revêtement épithélial, s'ouvrant dans le cloaque génital. Quelquefois cet organe est complètement musculeux et ne présente pas de cavité (*Polycelis*), mais alors il est double (*Pol. tenuis, cornuta, nigra*).

» Quant à la fonction de cet organe, on ne sait rien de précis. Jijima le considère comme une glande et pense qu'il peut jouer un rôle au moment de la ponte; Max Schultze présume qu'il peut servir à la formation de l'enveloppe du cocon et à l'adhérence de celui-ci aux corps extérieurs.

» Il est incontestable qu'un organe qui possède une paroi musculaire aussi épaisse et dont les fibres musculaires présentent une disposition aussi complexe ne peut *a priori* être considéré simplement comme une glande. C'est évidemment l'élément contractile qui domine de beaucoup dans sa structure, c'est lui qui doit jouer le principal rôle; on peut d'ailleurs se rendre compte sur le vivant combien ses mouvements sont variés.

» Je possède des coupes de plusieurs exemplaires de Planaires qui montrent à l'intérieur de l'utérus des œufs, des cellules vitellines et des spermatozoïdes, ainsi que la substance déjà connue sécrétée par l'épithélium utérin. Il ne peut donc plus y avoir de doute sur le rôle de l'utérus; c'est évidemment une poche où s'accomplit l'imprégnation. Un de mes exemplaires montre même une traînée de spermatozoïdes sortant du canal utérin et pénétrant sous forme de jet dans l'utérus qui renferme déjà des cellules vitellines et des œufs. On pourrait donc conclure de cette observation que ces derniers arrivent dans l'organe avant les spermatozoïdes; mais, d'un autre côté, d'autres exemplaires montrent l'utérus muni de spermatozoïdes et dépourvu d'œufs; d'où il résulte qu'il ne doit pas y avoir de règle quant à l'ordre dans lequel arrivent les éléments mâles et les éléments femelles dans la poche utérine. L'observation m'a d'ailleurs démontré qu'un seul accouplement pouvait suffire à deux ou trois pontes successives, c'est-à-dire à la fécondation de 80 à 120 œufs environ. Je crois d'ailleurs que, dans certaines circonstances, il peut y avoir autofécondation.

» Quant à la proportion des œufs et des cellules vitellines, on constate que ces dernières sont toujours en nombre infiniment moins considérable dans l'utérus que dans les cocons. La grande majorité des cellules vitellines ne pénètre pas dans l'utérus. Quant à celles de ces cellules qui y accompagnent les œufs, elles se disposent, après l'imprégnation, radiaire-

ment autour de ceux-ci, formant ainsi autour de chacun d'eux une sorte d'enveloppe protectrice destinée à remplacer la membrane vitelline absente. Après l'imprégnation, les œufs, entourés chacun d'une vingtaine de cellules vitellines, redescendent dans le cloaque, où on les trouve alors pourvus de deux gros pronucléus d'égale dimension avec rubans de chromatine.

» Il y a bientôt dix ans, j'ai désigné cet organe sous le nom de *receptaculum seminis*, parce que j'avais trouvé dans sa cavité interne des spermatozoïdes. On ne paraît pas avoir donné beaucoup de créance à cette dernière observation. Jijisma dit en effet : « Ich hebe hervor, dass diese Stränge oder Streifen durchaus nicht mit Spermatozoen zu verwechseln sind. » C'est une petite critique très discrète, mais qui n'indique pas moins un doute au sujet du fait que j'ai avancé. Jijima ajoute d'ailleurs avec raison que l'absence de cavité à l'intérieur de l'organe des *Polycelis* ne permet pas de le considérer comme *receptaculum seminis*.

» J'abandonne ce nom, qui évidemment ne peut plus être conservé, mais j'affirme de nouveau avoir observé des spermatozoïdes à l'intérieur de l'organe en question chez *Dendr. lacteum* et *Dendr. Angarense*. Je sais bien que c'est une chance, car ordinairement l'organe est complètement vide ou bien ne renferme qu'un produit de sécrétion coagulable et colorable par le carmin.

» Plusieurs de mes coupes montrent clairement que la pointe de l'organe est en regard de l'ouverture du canal utérin. D'autre part, si l'ascension des spermatozoïdes dans l'utérus peut s'expliquer par les mouvements propres de ces éléments, il n'en est pas de même pour les cellules vitellines et pour les œufs. Je crois, en définitive, que l'organe énigmatique est une sorte de pompe ou de piston qui puise dans le cloaque les éléments qu'il introduit et qu'il lance dans le canal utérin. Il n'est pas impossible, en outre, qu'il joue un rôle dans la distribution des œufs fécondés dans la masse des cellules vitellines et dans l'expulsion du cocon au dehors. Cette interprétation explique bien des observations, ainsi que les différentes dispositions anatomiques, comme je le montrerai ailleurs.

» Chez *Pl. polychroa* qui ne possède pas cet organe, il existe, vers l'ouverture du canal utérin, dans le cloaque, une disposition de fibres musculaires qui doit suppléer l'organe absent et que je ferai connaître en détail dans un Mémoire spécial.

» En terminant, je ferai observer qu'il existe chez les *Rhabdocœles*, et particulièrement dans le genre *Vortex*, un organe qui présente plus d'une

analogie, et par sa position dans le cloaque génital et par sa structure, avec l'organe énigmatique des *Dendrocœles* d'eau douce. Cet organe est connu sous le nom de *bourse copulatrice*. Je crois qu'on pourrait accepter ce nom pour l'organe des Planaires. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les genres éocènes de la famille des* Brissidées (*Échinides irréguliers*). Note de M. G. COTTEAU, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Onze genres de la famille des *Brissidées* ont été rencontrés dans le terrain éocène de la France : *Brissospatangus* Cotteau, *Macropneustes* Agassiz, *Brissopsis* Agassiz, *Linthia* Mérian, *Schizaster* Agassiz, *Anisaster* Pomel, *Prenaster* Desor, *Trachyaster* Pomel, *Ditremaster* Munier-Chalmas, *Pericosmus* Agassiz et *Cyclaster* Cotteau.

» Le nombre des espèces de *Brissidées* que nous avons décrites et figurées dans la *Paléontologie française* s'élève à quatre-vingt-sept : deux espèces seulement ont été recueillies dans l'éocène inférieur, quarante-sept dans l'éocène moyen et trente-huit dans l'éocène supérieur. Toutes ces espèces peuvent être considérées comme caractéristiques des étages dans lesquels on les rencontre, à l'exception d'une seule, *Anisaster Souverbiei*, qui, après s'être développée dans l'éocène moyen, se retrouve dans la même région, à la base des couches miocènes, dans le calcaire à Astéries.

» Plusieurs des espèces que nous avons décrites sont très intéressantes au point de vue zoologique. Nous signalerons : *Brissospatangus Caumonti* Cotteau, type du genre *Brissospatangus* que nous avons établi, en 1863, remarquable par la structure de ses aires ambulacraires paires, situées dans une dépression large et ovalaire qui se prolonge en s'atténuant sur les aires interambulacraires antérieures, par l'étroitesse de son sillon et la disposition de son fasciole péripétale; *Macropneustes Guilleri* Cotteau, espèce de forte taille aux aires ambulacraires courtes et profondément excavées; *Mac. minor* Agassiz, assez fréquent dans les couches éocènes du bassin de Paris, cité depuis longtemps par les auteurs, mais qui, cependant, n'avait jamais été ni décrit ni figuré; *Brissopsis elegans* Agassiz, confondu souvent avec d'autres espèces, et dont la synonymie était par cela même difficile à établir. Nous avons retrouvé, dans le muséum de Bordeaux, le type de cette espèce, provenant des calcaires éocènes de Saint-Estèphe (Gironde); l'admirable conservation de cet exemplaire nous a permis de le faire

dessiner dans tous ses détails, de bien préciser les caractères de l'espèce et de le séparer d'une manière certaine de plusieurs *Brissopsis* voisins.

» Les genres *Linthia* et *Schizaster* sont les plus nombreux en espèces : le premier en renferme dix-neuf et le second vingt-six. Nous citerons parmi les *Linthia* le type du genre *Linthia subglobosa*, assez commun dans l'éocène moyen de Grignon, très reconnaissable à sa forme épaisse et renflée, à son sillon antérieur large et profond, à ses aires ambulacraires antérieures très divergentes, presque transverses, à son appareil apical muni de quatre pores génitaux; *L. pomum*, d'Orglandes et de Fréville (Manche), que Desor avait réuni aux *Pericosmus*, mais qui, sans aucun doute, en raison de ses principaux caractères très visibles dans les exemplaires que nous avons étudiés, est un véritable *Linthia*. Placée par Michelin, Desor et Bonissent dans l'étage danien (craie à baculites), cette espèce a été depuis longtemps rapportée par M. Hébert au terrain tertiaire éocène, qui se trouve à Orglandes au-dessus de la craie. Nous avons adopté d'autant plus volontiers cette opinion que le genre *Linthia*, tel qu'il est aujourd'hui circonscrit, peut être considéré comme spécial au terrain tertiaire.

» Nous appelons l'attention sur une espèce de *Schizaster* fort curieuse, *Sch. Velaini*, découverte par M. Velain dans le calcaire grossier du bassin parisien, type tout à fait nouveau, qui se distingue de ses congénères par sa forme subconique, par sa face inférieure presque plane, par ses aires ambulacraires étroites, fortement excavées, et surtout par son aire ambulacraire impaire, logée, à la face supérieure, dans une dépression très profonde, nettement circonscrite et qui, au premier aspect, rapproche cette espèce du genre *Mœra* de l'époque actuelle.

» Les genres *Anisaster*, *Prenaster*, *Trachyaster*, *Ditremaster*, *Pericosmus* et *Cyclaster* nous ont fourni plusieurs espèces inconnues avant nos recherches : *Prenaster Desori* Cotteau, dont les aires ambulacraires sont presque superficielles; *Trachyaster Heberti* Cotteau, bien caractérisé par son fasciole péripétale unique et son appareil apical muni des quatre pores génitaux; *Ditremaster Gregoirei* Cotteau, petite espèce assez répandue dans le terrain éocène moyen de l'Ariège et facilement reconnaissable à sa forme hexagonale, à la largeur de son sillon antérieur, à son appareil apical muni de deux pores génitaux seulement; *Pericosmus bastennesensis* Tournouër, *P. Bouillei* et *Pellati* Cotteau, espèces fort rares, signalées pour la première fois, que leur physionomie générale, la disposition de leurs aires ambulacraires et de leurs fascioles, leur appareil apical pourvu de trois pores génitaux, placent incontestablement dans le genre *Pericosmus*.

» Sur les onze genres de la famille des *Brissidées* que renferme le terrain éocène de la France, un seul, le genre *Prenaster*, avait fait son apparition à la fin de l'époque crétacée où il est représenté dans le calcaire pizolitique, suivant Desor, par une espèce fort rare. Les neuf autres genres se montrent pour la première fois dans le terrain éocène; presque tous en franchissent les limites et se rencontrent dans le terrain miocène. Deux genres, *Brissopsis* et *Schizaster* vivent encore dans les mers actuelles : le genre *Brissopsis* est propre aux mers d'Europe; le genre *Schizaster* occupe un horizon plus étendu et se développe à la fois dans la Méditerranée où il est très abondant, dans les mers du Nord et dans les mers équatoriales. »

GÉOLOGIE. — *Sur le régime des eaux artésiennes de l'Oued Rir' (Sahara algérien)*. Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« Dans deux Communications précédentes à l'Académie ([1]), j'ai décrit sommairement le régime des eaux artésiennes de l'Oued Rir', grande région d'oasis qui se trouve au sud de Biskra, et sur laquelle l'attention a été appelée par les remarquables travaux de sondages de M. Jus et, plus récemment, par les entreprises de colonisation dont ce pays a été le théâtre dans ces dernières années.

» Je me propose aujourd'hui de fournir quelques indications complémentaires sur le bassin artésien de l'Oued Rir', en raison de l'intérêt à la fois scientifique et pratique qui s'attache à sa connaissance exacte.

» Rappelons que l'Oued Rir' est une vallée qui descend du sud au nord, et que, le long de cette vallée, il existe un grand réservoir d'eaux artésiennes, à une profondeur moyenne de 70^{m} à 75^{m} sous la surface. Cette nappe souterraine alimente une nombreuse série de puits jaillissants, dont le débit total atteint 4^{mc} d'eau par seconde. Elle est reconnue sur une longueur de 130^{km}, mais sa largeur est restreinte par rapport à sa longueur : c'est une zone aquifère, allongée du nord au sud et limitée sur ses bords. Je l'ai comparée à une sorte d'*artère souterraine*.

» L'instinct des indigènes ne les trompe donc pas tout à fait quand ils parlent, dans leur langage imagé, de la *rivière souterraine* de l'Oued Rir', qui, d'après eux, coulerait du sud au nord.

» Le mot de rivière traduit bien l'idée de notre zone allongée, de notre

([1]) *Comptes rendus*, 14 septembre 1885 et 24 janvier 1887.

artère liquide. Mais ce mot fait penser à un écoulement rapide ou, du moins, doué d'une vitesse appréciable; or ceci est contraire à la réalité, et, à ce point de vue, le mot d'artère ne vaut pas mieux.

» Évidemment les eaux souterraines de l'Oued Rir' ne sont pas stagnantes, ni comprises dans un réservoir clos, sans écoulement, ce qui serait contraire aux lois ordinaires de la nature. Elles présentent bien un écoulement réel et continu, entre les sources qui les alimentent et les points où elles émergent; mais il s'agit d'un écoulement général, de vitesse insensible, sauf au voisinage immédiat de certains points d'entrée et de sortie. Cet écoulement a lieu, d'ailleurs, du nord au sud, et non pas du sud au nord; car l'alimentation des eaux souterraines de l'Oued Rir' et du bas Sahara s'opère par le nord, ainsi que je l'ai exposé, et ces eaux descendent, en grande majorité, des massifs montagneux de l'Atlas.

» A la surface même de l'Oued Rir', quand il tombe de fortes pluies, on voit l'eau couler le long du thalweg de la vallée, et elle coule vers le nord. Mais il faut se garder de confondre cette ligne d'eau superficielle avec le gisement souterrain des eaux artésiennes de l'Oued Rir': ces deux niveaux aquifères sont tout à fait distincts, et un massif continu de terrains marneux et imperméables, épais de 65^{m}, les sépare. Rien donc de plus faux que l'idée, assez répandue, d'après laquelle la rivière souterraine de l'Oued Rir' représenterait un ancien cours d'eau, l'ancien Igharghar, disparu sous les sables et continuant à couler en profondeur.

» De plus, le cours des eaux souterraines de l'Oued Rir' est loin de se présenter aussi simplement que celui d'une rivière dans une vallée. Son allure, ai-je dit, est des plus capricieuses : l'artère artésienne serpente sous la couverture imperméable des terrains superposés, en offrant des variations de largeur de 4^{km} à 14^{km}, et parfois en se dédoublant, comme dans la région d'Ourlana, où elle figure un X irrégulier.

» Enfin, il serait inexact de s'imaginer une rivière occupant un chenal creux et limité par des berges. Les eaux souterraines sont infiltrées au travers d'une masse continue de sables perméables. Latéralement, la zone liquide n'est pas isolée; elle se trouve comprise au milieu d'un réseau de veines aquifères et de nappes secondaires, en quantité innombrable ; or, de même que les artères portent le sang du cœur dans toutes les parties du corps humain, de même la zone artésienne de l'Oued Rir', sans cesse réalimentée souterrainement, refoule sans cesse son trop-plein d'eau dans les parties perméables des terrains environnants, où ces eaux de déper-

dition, encore artésiennes, mais de moins en moins, se répandent, se dispersent, remontent vers la surface et finalement s'évaporent.

» Cela posé, il est facile de répondre à cette question qu'on nous a souvent posée : Ne craignez-vous pas, en multipliant les sondages dans l'Oued Rir', de faire tort aux puits actuels et d'épuiser ce bassin artésien ?

» Si les puits jaillissants de l'Oued Rir' sont les points d'émergence les plus apparents des eaux du bassin artésien, ils sont loin d'être les seuls. En effet, la grande majorité des eaux qui s'écoulent souterrainement trouve issue par les déperditions qui ont lieu de toutes parts autour de l'artère, tant par infiltrations latérales que par fuites au travers des défauts de la couverture.

» Qu'on perce un trou de sonde, c'est-à-dire qu'on ouvre aux eaux comprimées une issue libre de résistance, il est clair qu'elles changeront leur cours et afflueront, d'un certain rayon, vers ce point. Tout le volume d'eau que les puits de l'Oued Rir' débitent aujourd'hui à leurs orifices est autant de moins qui se perd par évaporation à la surface des chotts ou à côté. Mais, comme ce qui se perd encore surpasse de beaucoup ce qui va aux puits, et comme le rayon d'action de chaque puits est assez restreint, 1^{km} à 3^{km} suivant les régions, on peut dire qu'en l'état actuel un nouveau sondage, exécuté à une distance suffisante des puits déjà existants, a lieu, non pas à leurs dépens, mais bien aux dépens des eaux de déperdition, c'est-à-dire qu'il réalise un gain.

» Assurément il y aura une limite, et le bassin artésien de l'Oued Rir', pas plus qu'aucun autre, n'est capable de fournir un débit indéfiniment croissant. Quand cette limite sera-t-elle atteinte ? L'expérience seule l'enseignera ; mais je crois qu'on en est encore loin, surtout si l'on fait de préférence les futurs sondages de recherches dans des régions où l'artère n'a encore subi aucune saignée, et si les colons français poursuivent dans cette voie, qui est la nôtre, de la création de nouvelles oasis en dehors des anciennes et même loin d'elles.

» Quoi qu'il en soit, il est certain qu'avant tout il importe de ne pas compromettre ce qui est acquis, et que l'absence actuelle de tout contrôle en ce qui concerne les sondages de l'Oued Rir' n'est pas sans danger. Il y aurait donc lieu de prendre, dès aujourd'hui, les mesures nécessaires pour sauvegarder dans l'avenir les intérêts existants, tout en laissant à l'initiative privée tout son essor ; et, pour tout concilier, le plus simple serait d'instituer une sorte de syndicat des propriétaires du pays, syndicat dans lequel

l'Administration, les oasis indigènes et les Sociétés françaises de colonisation auraient leurs représentants, et qui jouerait le rôle d'une Commission de surveillance des sondages de l'Oued Rir'. »

GÉOLOGIE. — *Études expérimentales sur l'inclinaison des talus de matières meubles.* Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Je me suis proposé d'étudier expérimentalement l'influence de quelques-unes des causes qui modifient l'angle d'un talus de matériaux meubles et, dans ce but, j'ai formé des talus en versant lentement, par un tube effilé vertical, successivement du quartz concassé et calibré, dont les grains avaient $0^{mm},9$ de diamètre, du quartz porphyrisé et du sable recueilli au bord de la mer, dans une cuve en verre à parois rectangulaires parallèles, tantôt vide, tantôt remplie d'eau, tantôt de liqueur d'iodures de densité déterminée, variant entre 1,088 et 2,601. La cuve était installée parfaitement immobile sur une pierre scellée dans un mur; on dessinait à la chambre claire les talus et l'on mesurait ensuite l'inclinaison au rapporteur.

» Les résultats d'environ 350 expériences peuvent se résumer de la manière suivante :

» I. Pour des grains absolument identiques comme forme et dimensions, mais de densités variables, l'angle des talus au sein d'un même liquide augmente très légèrement lorsque la densité de ces grains augmente.

» II. Pour des grains identiques se disposant librement en talus au sein de milieux de densité croissante, l'angle de ces talus diminue très légèrement à mesure que la densité du milieu augmente.

» III. Dans des milieux de même densité, avec des matériaux de même nature, mais de dimensions variables, la valeur angulaire de l'inclinaison d'un talus ne sera pas influencée par la dimension des grains; en tous cas, l'influence sera très faible et telle que les gros grains donneront les talus les plus aplatis.

» IV. Au sein de milieux de même densité, les talus auront un angle d'inclinaison d'autant plus petit que, toutes choses égales d'ailleurs, les grains qui les constituent pourront plus facilement glisser les uns sur les autres, en d'autres termes, qu'ils seront moins rugueux ou encore plus arrondis.

» V. Quel que soit le milieu au sein duquel se fait un talus, l'angle d'inclinaison n'est jamais supérieur à 41°.

» VI. Toute agitation, même très légère, au sein du milieu contenant un talus tend à affaisser le cône et à le transformer en un tronc de cône à base supérieure horizontale.

» VII. Par le mouvement, les cônes s'aplatissent d'autant plus facilement que la différence de densité est plus faible entre le milieu et les grains.

» VIII. Au sein d'un même liquide, avec des matériaux différents, les cônes s'aplatissent par le mouvement d'autant plus facilement que les grains qui les composent ont entre eux une cohésion moindre.

» La mer, même dans ses abîmes les plus profonds, n'est pas dans une immobilité absolue; les secousses de tremblements de terre, dont la vitesse de propagation a été mesurée et évaluée entre $146^m,50$ et 216^m par seconde, sont à elles seules plus que suffisantes pour produire l'aplatissement des talus sous-marins profonds. Les phénomènes mécaniques combinés aux phénomènes de décomposition chimique des silicates et à ceux de la dissolution dans l'eau expliquent la succession constatée, à partir des rivages, des zones de galets, graviers, sables, vases vertes glauconieuses, vases bleues et vases rouges.

» Les sédiments qui bordent les côtes ne s'entassent pas indéfiniment au même endroit, ils ne demeurent pas immobiles; mais, dès leur immersion, ils marchent d'un mouvement continu des rivages, où ils sont sans cesse renouvelés, vers la haute mer où leur dernier stade est l'état de vase rouge.

» La nature homogène ou complexe d'un dépôt formé sous l'eau, sa pente plus ou moins considérable peuvent être prévues, connaissant la situation géographique de ce dépôt, si, par exemple, il se fait dans une mer vaste ou une mer étroite, dans un lac, dans un fjord, etc. Les vérifications sont nombreuses dans les mers actuelles.

» Les remarques précédentes trouvent une application immédiate dans l'histoire des dépôts sédimentaires des anciennes époques géologiques. »

ANATOMIE. — *Sur la bande articulaire, la formation cloisonnante et la substance chondrochromatique des cartilages diarthrodiaux.* Note de M. J. Renaut, présentée par M. A. Chauveau.

« I. Je fixe par les vapeurs osmiques, en suivant les règles posées dans ma dernière Note ([1]), un fragment du cartilage soit des condyles fémoraux soit du plateau tibial, etc., d'un veau de boucherie : c'est-à-dire un cartilage non plus embryonnaire ni fœtal, mais en majeure partie arrivé à son complet développement. Les coupes d'un tel objet, faites perpendiculairement à la surface de l'articulation, montrent d'abord l'existence d'une bande bien connue, *la bande articulaire de Luschka* ([2]), limitant la pièce cartilagineuse sur tout son pourtour articulaire et répondant à la portion du mésochondre de Hagen Torn qui a subi l'évolution cartilagineuse et s'est fondue avec le noyau cartilagineux primitif.

» Dans toute l'étendue de cette bande, la formation cloisonnante apparaît constituée par des trabécules d'une finesse extrême séparées par des intervalles de substance hyaline à peine égaux à leur épaisseur propre, et rayonnant comme des étoiles des deux pôles de chaque capsule cartilagineuse lenticulaire, en général à peu près parallèlement à la surface libre du cartilage dans un même plan de section. Quand on parcourt des plans successifs en déplaçant l'objectif, les travées se poursuivent de plan en plan en demeurant continues, mais de manière à former de nouveaux systèmes de hachures croisant légèrement la direction du précédent et du suivant. Il en résulte un aspect moiré tout à fait caractéristique.

» Au-dessous de la bande de Luschka la constitution de la substance fondamentale du cartilage change brusquement. Aux trabécules fines de la bande de Luschka succèdent alors de grosses travées rétiformes interceptant, au sein de la substance hyaline, des espaces intertrabéculaires allongés parallèlement à la surface du cartilage. Plus profondément, les travées et les trabécules deviennent plus grêles, et leur ensemble, dans les limites de la fixation exacte par les vapeurs osmiques,

---

([1]) J. Renaut, *Sur la formation cloisonnante (substance trabéculaire) du cartilage hyalin fœtal.*

([2]) Luschka, *Zur Entwickelungsgesch. der Gelenke* (*Müller's Archiv*, 1855) et *Die Halbgelenke des menschl. Körpers* (Berlin, 1858).

donne au cartilage une apparence feuilletée. Autour des vaisseaux sanguins qui ont persisté, les travées sont ordonnées en rosaces. Le picrocarminate d'ammoniaque les teint nettement en rose pâle, l'éosine hématoxylique faiblement en rouge brun, la glycérine hématoxylique les laisse incolores (1).

» II. On sait que ce réactif colore en violet et d'une façon homogène une coupe de cartilage frais, fixée ensuite rapidement par les vapeurs osmiques. Il n'en est plus ainsi sur le cartilage au sein duquel la formation cloisonnante a été dégagée par ma méthode. La bande articulaire reste à peu près sans coloration. Au-dessous d'elle, dans les intervalles des grosses travées incolores et distinctes de la substance hyaline par leur réfringence, on voit des traînées plus ou moins anguleuses colorées fortement en violet. Plus profondément, là où les travées deviennent plus minces et acquièrent leur disposition feuilletée, la coloration violette forme des traînées étroites teintes avec une extrême intensité. Enfin la plupart des capsules sont énergiquement colorées en violet et, autour de la majorité d'entre elles, la coloration violette forme des cercles nets ou des marges diffuses dégradées en auréoles. Toutes les autres parties de la substance fondamentale sont seulement teintées en bleu de lin pâle ou absolument incolores. Dans une telle préparation, les parties colorées en violet sont infiniment plus foncées que ne l'est dans son ensemble une coupe de cartilage fixée fraîche et rapidement par les vapeurs osmiques, puis colorée ensuite pendant le même temps par la glycérine hématoxylique. Elles dessinent un système très élégant de traits colorés donnant au cartilage une apparence de structure feuilletée, avec une multitude de cercles ou de nuages violets semés autour des capsules cartilagineuses.

» III. Examinons dans l'eau une telle préparation colorée. A sa surface, le rasoir a toujours laissé une série de traits comme le fait la scie sur une planche qu'elle vient de diviser. On peut ainsi voir si la coupe est plane ou voilée et si les parties les plus colorées répondent aux dépressions dans

(1) Dans le cartilage sérié, les travées et les trabécules forment de nouveau un réseau serré à traits parallèles sensiblement entre eux et à la ligne d'ossification subjacente. On sait qu'à la lumière polarisée la bande articulaire et la zone du cartilage sérié sont *biréfringentes*, tandis que le reste du cartilage est *monoréfringent*. La constitution de la substance fondamentale, tout aussi bien que l'ordonnance des cellules fixes, doit entrer en ligne de compte dans l'explication de ce phénomène. La biréfringence se produit là où la formation cloisonnante est serrée et à traits parallèles étirés dans un sens donné.

lesquelles le réactif aurait pu stagner et agir, par suite, plus longtemps, Mais cette façon d'expliquer par une distribution inégale de la matière colorante l'action inégale aussi du réactif ne peut être adoptée. Il est facile de voir que la distribution de la coloration est tout à fait indépendante des inégalités de la surface, et, d'ailleurs, l'élection de la coloration violette pour les capsules et le pourtour des capsules du cartilage ne s'expliquerait nullement dans l'hypothèse précitée.

» Il faut donc chercher une autre interprétation, et voici celle que je propose. Outre la substance hyaline et la substance trabéculaire, le cartilage renferme une troisième substance, celle que l'hématoxyline colore avec élection; provisoirement, je lui donnerai le nom de *substance chondrochromatique,* quitte à lui trouver plus tard un autre nom meilleur.

» Cette substance est surtout abondante dans le cartilage arrivé à un certain degré de développement, tel que celui du veau et en général des jeunes animaux. Normalement, elle est diffusée dans toute la substance fondamentale; mais, bien qu'elle ne paraisse ni soluble ni isolable en présence d'aucun des réactifs employés en histologie, *sa répartition au sein du cartilage peut varier*. En perdant son eau et en devenant plus réfringente, la substance trabéculaire *l'exprime* de façon à s'en dépouiller et à l'accumuler, à la concentrer par suite, au sein de la substance hyaline des espaces intertrabéculaires. Autour des capsules, elle est mieux fixée qu'ailleurs; elle y demeure donc en place ou ne se mobilise que soit difficilement, soit imparfaitement.

» IV. Dans le cartilage tout à fait adulte, chez le bœuf, les fragments pris dans les mêmes parties du revêtement articulaire que chez le veau montrent encore la bande de Luschka et ses fines trabécules d'une façon très nette; mais le reste du cartilage paraît homogène : la formation cloisonnante y est indistincte et l'hématoxyline teint la substance fondamentale partout en violet diffus. Ainsi la substance fondamentale du cartilage hyalin, à l'exemple de celle du tissu conjonctif ordinaire, subit une évolution très nette pendant toute la durée de la croissance. Quand la pièce cartilagineuse est tout à fait embryonnaire et de faible volume, il n'existe entre les cellules fixes que la substance hyaline seule ou faiblement chargée de substance chondrochromatique. Plus tard, quand la pièce s'est accrue et que sa nutrition doit être plus active et plus rapide, la formation cloisonnante, que l'on pourrait à bon droit comparer à la formation suturale de la cornée de la Raie, assure la distribution rapide des cristalloïdes du plasma au sein du tissu cartilagineux compact, comme le serait une

mèche de lampe disposée en réseau au sein d'une masse de paraffine que l'on voudrait irriguer et faire aborder interstitiellement par une essence. Enfin la substance chondrochromatique devient de plus en plus abondante et, d'abord mobilisable, sauf au pourtour des cellules devenues adultes, elle arrive ensuite à être fixe partout. Inversement, la différenciation qui avait donné naissance, au sein de la substance fondamentale, à la formation cloisonnante, cesse peu à peu de se poursuivre; et la substance intercellulaire redevient réellement homogène alors que le tissu doit demeurer définitivement dans l'état de repos, et non plus être, comme durant la croissance, le théâtre de changements morphologiques et nutritifs incessants corrélatifs à l'évolution des pièces du squelette [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action du froid sur l'organisme animal vivant.* Note de M. **Ch.-E. Quinquaud**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Lorsqu'on a fait agir le froid sur un animal à chaud, on observe plusieurs faits importants. Avec l'abaissement de la température centrale, on voit toutes les fonctions s'affaiblir; toutefois les réflexes sont plus intenses, ainsi que M. Brown-Séquard l'a constaté depuis longtemps; mais, à mesure que la chaleur centrale descend à 25° et au-dessous, il apparaît une exaltation considérable de l'excitabilité réflexe de la moelle épinière : le moindre choc détermine des tressaillements et même des contractions convulsives généralisées; il semble que l'on soit en présence d'un animal strychnisé. Pour produire ce phénomène, il suffit de refroidir lentement un chien et d'attendre que la température centrale soit aux environs de 22°.

» Cet état d'*hyperexcitabilité* dépend en partie de la *saturation du sang* artériel par l'oxygène, ce qui modifie la nutrition des éléments nerveux; au moment de la mort, le liquide sanguin contient le maximum d'oxygène qu'il peut absorber : un chien de 10^{kg}, plongé dans un bain à 11°, se refroidit peu à peu; il succombe avec une température centrale de 19°; le sang du ventricule gauche renferme $31^{cc},5$ d'oxygène pour 100; une autre partie du même sang est agitée mécaniquement avec de l'oxygène, et, à la même température, on obtient, comme capacité respiratoire, $28^{cc},5$ pour 100. Un autre animal de la même espèce, pesant 12^{kg}, est placé dans les mêmes conditions que le précédent; immédiatement après la mort par le

(1) Travail du laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

froid, le sang du ventricule gauche contient $31^{cc},3$ d'oxygène pour 100, et son pouvoir absorbant, à la même température, est de 29^{cc} pour 100. Le liquide sanguin d'un troisième chien, ayant péri par refroidissement progressif, renfermait $30^{cc},4$ d'oxygène pour 100, et sa capacité respiratoire était également de 30^{cc} pour 100. Avant le refroidissement, le sang du premier animal contenait 23^{cc} d'oxygène, celui du deuxième 24^{cc} et celui du troisième $23^{cc},5$ pour 100.

» Le refroidissement lent produit une *suroxygénation progressive* du sang artériel : un chien de $13^{kg},500$ est refroidi lentement de 10^h10^m du matin à 6^h30^m du soir; avant la réfrigération le sang renfermait 23 pour 100 d'oxygène; à midi la température centrale est de $31°,2$; le liquide sanguin contenait 26 pour 100 d'oxygène et au moment de la mort 30 pour 100.

» Le liquide sanguin d'un second animal renfermait, avant le bain froid à 11°, 23 pour 100 d'oxygène : après une heure et demie, la proportion était de 28 pour 100; la chaleur, primitivement de $39°,2$, était descendue à $27°,5$ et, après deux heures cinq minutes de bain, l'oxygène était à 30 pour 100 et la chaleur à 22°. Les chiffres obtenus par MM. Mathieu et Urbain ne sont pas comparables aux nôtres, les conditions n'étant point identiques.

» Sous l'influence du froid, la *glycogénie*, la *glycémie* et la *glycosurie* subissent des variations : le lapin refroidi devient facilement glycosurique; il survient de l'hyperglycémie chez le chien dans la première période de réfrigération : il résulte de ces recherches que les bains froids prolongés sont nuisibles aux diabétiques. Lorsque la chaleur centrale atteint les chiffres de 28° à 26°, la glycose diminue dans le sang des animaux refroidis.

» L'*exhalation pulmonaire* de l'acide carbonique subit des modifications intéressantes, déjà indiquées par quelques auteurs, mais non démontrées d'une manière suffisante : tant que la température centrale ne descend pas au-dessous de 30° environ, la quantité d'acide carbonique exhalé augmente; au-dessous de 26°, l'exhalation diminue. Un chien fait circuler 50^{lit} d'air en onze minutes vingt secondes et élimine, avant le refroidissement, $1^{gr},20$ d'acide carbonique; on le plonge dans un bain à 10° et, en deux heures trente minutes, la température centrale descend à $30°,3$. 50^{lit} d'air circulent à travers ses poumons en dix-huit minutes et il élimine $3^{gr},62$ d'acide carbonique; donc, proportionnellement, l'exhalation s'est accrue.

» Mais, au voisinage de 25°, l'élimination diminue; un chien fait circuler

50 lit d'air en douze minutes quarante-six secondes et exhale avant le bain froid 2 gr, 76; on le refroidit jusqu'à ce que la température centrale tombe à 25° : à ce moment 50 lit d'air circulent à travers les poumons en vingt-deux minutes vingt secondes, il exhale 2 gr, 08 d'acide carbonique, c'est-à-dire, proportionnellement, deux fois moins qu'à l'état normal. Tous ces faits ont un intérêt majeur dans la thérapeutique par les bains froids ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les relations entre le spectre des éléments des substances inorganiques et leur action biologique.* Note de M. **James Blake**, présentée par M. Brown-Séquard.

« ..... En poursuivant mes recherches, toujours dans la même direction, j'ai trouvé que l'action de nombre de substances inorganiques sur la matière vivante tient à leurs rapports isomorphes, et que toutes les substances appartenant au même groupe isomorphe donnent lieu à peu près aux mêmes réactions biologiques. Ce fait a été publié dans un Mémoire que j'ai lu à la Société royale de Londres, en 1841, et a été confirmé par des expériences que j'ai faites avec les composés de plus de quarante éléments inorganiques. Parmi tous ces éléments, il n'y en a que deux dont l'action biologique ne soit pas en accord avec leurs conditions d'isomorphisme : ce sont l'azote et le potassium. Je reviendrai plus tard sur ce fait. Bien que le même élément forme deux classes de sels qui appartiennent à des groupes isomorphes distincts, l'action biologique des sels de chaque classe est tout à fait différente, mais se trouve en accord avec les autres substances des groupes auxquels ils appartiennent. Il y a un autre fait, que j'ai observé, qui rattache l'action biologique de ces substances à leur constitution moléculaire : c'est que, dans le même groupe isomorphe, l'action biologique augmente en intensité avec les poids atomiques des éléments qui s'y trouvent. Plus le poids atomique d'un élément est élevé, moins il en faut pour provoquer la même réaction biologique. C'est là un fait qui démontre d'une manière très tranchée la différence entre ces réactions biologiques et les réactions chimiques ordinaires. En envisageant au point de vue biologique les réactions de ces substances, j'ai trouvé que c'est par leur action sur les centres nerveux de la vie organique, plus ou moins

---

([1]) Ce travail a été fait au Muséum, dans le laboratoire de Physiologie générale dirigé par M. le professeur Ch. Rouget.

spécialisée pour chaque groupe isomorphe, que ces réactions s'expliquent. Ainsi, pour les composés des métaux alcalins, c'est sur les ganglions intrinsèques du cœur; pour les composés du phosphore, de l'arsenic et de l'antimoine, c'est sur les ganglions splanchniques; pour les substances du groupe magnésien, c'est sur le centre du vomissement, et de même pour les autres groupes, c'est en modifiant l'action de quelque centre nerveux que leur action biologique se montre.

» Le spectroscope nous a ouvert une voie où la Physique et la Chimie se rencontrent, où les vibrations moléculaires, dont nous pouvons compter le nombre et mesurer la longueur, donnent lieu à des réactions dont nous ne pouvons encore que saisir les résultats, sans avoir trouvé le jeu des forces qui les déterminent. Grâce à ces progrès, qui se rapportent aux questions qui nous occupent, je crois qu'aujourd'hui nous nous trouvons en position d'expliquer non pas seulement pourquoi la Chimie ne peut pas rendre compte des résultats de mes premières expériences, mais aussi de trouver la direction dans laquelle il faut chercher la loi qui lie l'action biologique de ces substances inorganiques avec leurs propriétés physico-chimiques.

» En 1867, Mitscherlich a découvert que les éléments d'un même groupe isomorphe ont des spectres qui se ressemblent ou qui sont homologues. Il y a cependant deux éléments, l'azote et le potassium, qui font exception à cette règle, et ce sont les deux éléments qui seulement font exception à la règle d'après laquelle l'action biologique des éléments est liée à l'état isomorphique. C'est ce fait qui m'a conduit à chercher si l'action de ces substances sur la matière vivante ne se rattacherait pas aux vibrations moléculaires dont elles sont le siège, et qui se décèlent dans leurs spectres. Il se trouve, comme je l'ai déjà fait remarquer, que les substances qui sont isomorphes donnent lieu aux mêmes réactions biologiques quand elles ont des spectres homologues; mais, quand dans un groupe isomorphe il se trouve des éléments dont les spectres ne ressemblent pas aux spectres des autres éléments du groupe, ces éléments aux spectres anomaux donnent lieu aussi à des réactions biologiques anomales. Quand, comme je l'ai déjà dit, un élément donne naissance à deux classes de sels, l'action biologique des deux classes est bien différente, et il se trouve une différence tout aussi forte entre les spectres des substances dans les deux classes. L'action biologique des éléments dans les divers groupes isomorphes montre que, pour deux de ces groupes, ce n'est que sur les centres ganglionnaires périphériques que leur action se porte : ce sont

le groupe des métaux alcalins et le groupe du phosphore. Quant aux métaux alcalins, j'ai démontré que, après l'injection de plusieurs grammes de nitrate de soude dans les veines, un animal peut vivre pendant nombre d'heures sans aucun signe de réaction donné par un centre nerveux. Le même fait se reproduit quand on injecte les composés de phosphore, d'arsenic et d'antimoine dans les veines. Après l'injection de 3^{gr} d'acide arsénique dans les veines, on n'observe aucun symptôme qui puisse indiquer une action sur les centres nerveux cérébro-spinaux.

» Ces deux groupes isomorphes ont l'un et l'autre des spectres très simples. De tous les métaux alcalins dont les spectres sont les plus simples, ce sont le sodium et le thallium, dont les sels peuvent se trouver dans le sang en quantités les plus grandes, en rapport avec leurs poids atomiques, sans réagir sur un ganglion nerveux central, pendant que les sels de cœsium, avec un spectre plus compliqué, donnent lieu à des symptômes fort légers quand ils sont injectés dans les artères. Dans le groupe du phosphore, le même phénomène se répète. C'est encore l'azote, avec un spectre très compliqué, qui, de tous les éléments connus, est celui dont la présence se révèle par son action sur les centres nerveux et se distingue de la manière la plus tranchée de celle des autres éléments du même groupe. Il y a d'autres faits qui s'expliquent mieux en les rapportant aux vibrations moléculaires des réactifs que par aucune autre hypothèse. Que l'action toxique augmente avec le poids atomique parmi les substances qui ont des spectres homologues, c'est un fait qui s'explique quand on rapporte ces réactions biologiques aux vibrations moléculaires. De plus, le fait que ces réactions se rangent parmi les actions catalytiques se prête aussi à la même explication mieux qu'à aucune autre.

» Dans l'état actuel de nos connaissances sur les vibrations nerveuses et aussi sur les vibrations moléculaires qui, jusqu'ici, restent cachées dans la région ultrathermique du spectre, le rapport entre les vibrations moléculaires et les réactions biologiques reste nécessairement comme une simple hypothèse; mais les belles découvertes de M. Deslandres sur les relations numériques qui se trouvent entre les vibrations moléculaires dans les spectres nous promettent de doter la Science d'un nouveau moyen pour envisager les problèmes de la Physiologie kinétique. »

PHYSIOLOGIE. — *Étude de la contraction du cœur excisé chez les animaux mammifères.* Note de MM. **Augustus D. Waller** et **E. Waymouth Reid**, présentée par M. Brown-Séquard. (Extrait par les auteurs.)

« La démonstration exacte de la succession normale des mouvements du cœur chez les animaux mammifères a été donnée par MM. Chauveau et Marey au moyen de la méthode graphique.

» L'étude approfondie de la physiologie du tissu cardiaque a été faite sur le cœur excisé d'animaux à sang froid, par plusieurs physiologistes (Kölliker et Müller, Engelmann, Burdon-Sanderson, Marey, etc.).

» Une étude analogue des propriétés du cœur isolé des animaux mammifères nous fait encore défaut. Nous avons entrepris cette étude : 1° par la méthode graphique; 2° par l'examen électrique, au moyen du galvanomètre et de l'électromètre.

» Le principal résultat de nos recherches est que, dans des conditions semblables à celles observées pour le cœur de la grenouille, on peut démontrer, sur le cœur des mammifères, le passage de l'onde excitatrice comme variation diphasique, au moyen du galvanomètre et de l'électromètre. Le passage d'une onde correspondante de contraction peut se démontrer par une méthode mécanique (cardiographe double).

» Ni l'un ni l'autre de ces faits ne paraît avoir encore été décrit pour le cœur des mammifères. En ce qui concerne celui de la grenouille, nous avons incidemment ajouté aux phénomènes classiques de la variation diphasique une démonstration graphique que cette dernière n'est que l'expression d'une véritable onde de contraction musculaire.

» N'est-ce donc pas qu'il y a ici une complète similarité dans les phénomènes observés chez les deux ordres d'animaux? Mais il y a des points de divergence, démontrés par une analyse de la contraction cardiaque faite au moyen de méthodes électriques et graphiques. La variation diphasique du cœur normal de la grenouille offre une négativité de la base suivie de négativité à la pointe ; nous ajouterons que la contraction à la base est suivie par la contraction à la pointe. Toutes nos observations supportent la théorie que la contraction procède de la base à la pointe, et que l'onde d'excitation et de contraction a un écoulement musculaire.

» Il n'en est pas ainsi chez les mammifères, où la variation n'est pas toujours diphasique. Elle est monophasique après l'excision du cœur, et ne

devient diphasique que plus tard. Les mouvements du galvanomètre et de l'électromètre indiquent dans la variation monophasique une négativité prédominant soit à la pointe, soit à la base ; dans la variation diphasique (quand elle se présente) une négativité à la pointe, puis à la base, ou *vice versa*. Il n'y a pas de règle fixe, et nous n'avons pas multiplié nos expériences, parce que nous avions affaire à des irrégularités résultant de l'irritation opératoire.

» Il nous paraît prouvé que le ventricule chez les mammifères est un organe non seulement innervé du dehors, mais aussi coordonné dans l'action de ses diverses parties par des nerfs intramusculaires. Une variation monophasique dépend d'une simultanéité d'action dans tout l'organe, ou d'une succession d'actions si rapide qu'elle échappe au galvanomètre ou à l'électromètre, ou d'une action limitée à une partie seulement, ou d'une action prépondérante dans une partie; elle ne s'accorde pas avec une action successive et comparativement lente par transmission intramusculaire dans la substance du ventricule. Une simultanéité relative ou absolue nous semble ne pouvoir se produire que par influence nerveuse. La conduction nerveuse joue un rôle dans l'action simultanée et coordonnée qui constitue une contraction ventriculaire, comme le prouvent nos mensurations de la rapidité de conduction, et la séquence électrométrique souvent observée par nous pendant que la mort du cœur se prononce : négativité de l'auricule suivie de négativité, d'abord à la pointe, puis à la base. Ce phénomène n'est possible qu'à la condition d'une transmission nerveuse de l'excitation auriculaire à la pointe.

» La variation diphasique n'apparaît d'habitude que quelques minutes après excision. Ce phénomène dépend sans doute du fait que l'asynchronisme se manifeste avec le ralentissement de l'action. Enfin, lorsque la transmission ne peut plus se produire, le cœur répond à une excitation locale par une variation monophasique temporaire (action locale) ou permanente (lésion des tissus).

» Le problème qui nous a donné le plus de peine à résoudre a été le résultat de l'exploration graphique de la base et de la pointe dans la contraction spontanée du cœur. Nous avons presque toujours cru voir le mouvement à la pointe précéder celui à la base.

» Nous avons mis tous nos soins aux résultats que nous avons obtenus, et nous nous sommes bornés à dire que « le mouvement du levier appliqué » à la pointe précède celui du levier appliqué à la base ».

» Quelquefois le mouvement à la pointe était notablement antécédent à

celui à la base. Rarement celui à la base précédait, comme nous l'avons toujours observé sur la grenouille.

» Dans le but d'obtenir la variation du cœur normal et non exposé, nous avons exploré cet organe chez l'homme, et nous avons trouvé une négativité de l'auricule suivie de négativité au ventricule, toutes deux précédant l'activité de ces organes. Nous n'avons pas pu démontrer une variation diphasique ventriculaire sur l'homme.

» Nous avons observé, dans le courant de nos expériences, que les contractions ventriculaires et auriculaires (spontanées ainsi que provoquées) du cœur excisé peuvent avoir une très grande durée, dépassant de beaucoup celle de la contraction cardiaque chez les animaux à sang froid; cette durée peut s'étendre jusqu'à une valeur de dix secondes, la période d'excitation latente augmentant en même temps jusqu'à une valeur d'une seconde. Ces modifications dépendent principalement de la température ambiante. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action anesthésique du méthylchloroforme.* Note de MM. **R. Dubois** et **L. Roux**, présentée par M. A. Chauveau.

« Si l'action anesthésique des dérivés chlorés du méthane (chlorure de méthyle, chlorure de méthylène, chloroforme et tétrachlorure de carbone) a été étudiée avec grand soin, par contre celle des dérivés chlorés de l'éthane n'a pas été examinée encore.

» On remarquera que cette étude doit offrir un double intérêt; car, indépendamment des propriétés spéciales que peuvent posséder ces composés, il y a lieu de comparer entre elles les deux séries parallèles qu'ils constituent.

» S'il n'existe en effet qu'un seul dérivé monochloré de l'éthane, le chlorure d'éthyle CH^3-CH^2Cl, il existe par contre deux dérivés dichlorés isomériques :

$$\underbrace{CH^3-CHCl^2}_{\text{Chlorure d'éthylidène.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{CH^2Cl-CH^2Cl}_{\text{Chlorure d'éthylène.}};$$

deux dérivés trichlorés :

$$\underbrace{CH^3-CCl^3}_{\text{Méthylchloroforme.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{CH^2Cl-CHCl^2}_{\text{Chlorure d'éthylidène monochloré.}},$$

deux dérivés tétrachlorés, un dérivé pentachloré et un dérivé hexachloré.

» Mais ces derniers corps ont des points d'ébullition trop élevés pour qu'on puisse songer à les employer comme anesthésiques.

» Des différents composés dont nous venons de rappeler les formules, les uns apparaissent comme des dérivés méthylés du méthane et de ses produits de substitution chlorés, et peuvent présenter des propriétés analogues à celles de leurs homologues inférieurs, tout en possédant cependant certains caractères particuliers résultant de l'introduction du groupe méthyle dans leurs molécules. Les autres ont, au contraire, des constitutions différentes et leur action anesthésique, par suite, peut être tout autre que celle de leurs isomères.

» De ces différents chlorures un seul a été examiné comme agent anesthésique par Rabuteau ([1]), dont les expériences, fort incomplètes d'ailleurs, n'ont porté que sur des grenouilles et des cobayes. Cet expérimentateur, ayant placé des cobayes sous une cloche renfermant de l'air saturé de vapeurs de méthylchloroforme, observa que l'action de ce composé était moins rapide que celle du chloroforme. Rabuteau conclut de cette expérience que le méthylchloroforme n'est pas appelé à remplacer le chloroforme, parce qu'il agit plus lentement et qu'il semble moins inoffensif ([2]).

» On remarquera que les animaux dont s'est servi Rabuteau ne conviennent pas pour juger de la valeur d'un anesthésique destiné à l'homme. Le chien se prête mieux aux expériences de ce genre, bien qu'il résiste moins que l'homme quand on se sert de mélanges non titrés : les accidents sont, comme on sait, très fréquents dans les laboratoires et dans la pratique vétérinaire lorsqu'on emploie le procédé de l'éponge et de la muselière.

» P. Bert a montré que l'excitation réflexe violente produite par le contact d'air trop chargé de vapeurs de chloroforme peut déterminer un spasme mortel des premières voies respiratoires.

» D'autre part, on sait maintenant que l'un des dangers, le plus grand peut-être, dans l'administration du chloroforme, c'est qu'en raison de la forte tension de sa vapeur il tend à saturer rapidement l'air ambiant. Un mélange à 25 pour 100 tue un chien en cinq minutes, tandis qu'un mélange à 8 pour 100 lui permet de résister une heure.

» Ces causes d'accident sont très atténuées, sinon évitées, avec le méthylchloroforme qui bout à 75°, alors que le chloroforme bout à 61°.

([1]) *Progrès médical*, p. 955; 1883.

([2]) Rabuteau, *Traité de Thérapeutique*, p. 1208; 1884

» D'une part, l'évaporation se faisant plus lentement, on n'est pas exposé avec ce corps aux brusques changements de titre du mélange qui surviennent sous les moindres influences avec la compresse, et l'air contient toujours une proportion relativement faible d'agent anesthésique.

» D'autre part, l'odeur du méthylchloroforme, que nous avons préparé à l'état de pureté, est suave, non pénétrante et suffocante comme celle de l'éther ou du chloroforme. Ses vapeurs ne sont pas irritantes comme celles de ce dernier liquide, qui incommodent non seulement le patient, mais encore l'opérateur et les aides. Il brûle difficilement, et, à cet égard, il ne présente pas les dangers de l'éther. Il agit aussi rapidement, sans donner lieu, chez le chien du moins, à cette salivation abondante qui est accompagnée souvent de vomissements muqueux chez l'homme.

» L'action du méthylchloroforme est progressive et la période d'agitation a été nulle ou à peu près chez nos animaux en expérience.

» Dans les quatre expériences que nous avons faites, le sommeil s'est produit en cinq ou six minutes et l'anesthésie complète en sept ou huit minutes. La respiration, un peu accélérée avant la résolution musculaire, devient bientôt calme et régulière; elle se maintient telle pendant toute la durée du sommeil. Le réveil complet se produit une ou deux minutes après la cessation des inhalations. Les animaux paraissent gais au réveil et acceptent très rapidement du sucre et de l'eau qu'ils boivent avidement.

» Chez les chiens de 4^{kg} à 5^{kg} une quantité de 15^{cc} à 20^{cc} est suffisante pour maintenir la résolution musculaire pendant une heure, si l'on se sert de la muselière à éponge, qui entraîne une perte considérable de vapeurs anesthésiques chassées par l'expiration.

» Nous n'avons pas prolongé l'anesthésie au delà d'une heure. La température s'abaisse au bout d'une heure d'inhalation continue de $3°$ à $4°$.

» Sauf la lenteur un peu plus grande avec laquelle se produit l'anesthésie par le méthylchloroforme, ce qui ne constitue pas, selon nous, un inconvénient, cet anesthésique nous paraît présenter, au moins chez le chien, une supériorité incontestable sur le chloroforme.

» Avant de tenter un essai sur l'homme, il est nécessaire de faire de nouvelles expériences, cette fois avec des mélanges parfaitement titrés. Nous ferons connaître prochainement les résultats de ces recherches complémentaires, ainsi que ceux de nos expériences en cours d'exécution, et relatives aux autres dérivés chlorés de l'éthane ([1]). »

([1]) Faculté des Sciences de Lyon.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action du régime lacté sur l'excrétion de l'urine.* Note de M. Chibret.

« Au cours de longues études entreprises pour étudier les variations physiologiques de l'urée, j'ai constaté nettement les faits suivants :

» Examinant au moyen de l'hypobromite de soude les urines excrétées quotidiennement par deux personnes, avant, pendant et après une diète lactée rigoureuse de deux mois, j'ai été frappé d'une énorme augmentation du chiffre de l'urée sous l'influence du régime lacté.

» Pour évaluer le quantum de cette augmentation, j'ai mis sous forme de courbes les chiffres fournis par les deux sujets ; j'ai comparé leurs courbes à la mienne, établie de même et prise comme étalon.

» En opérant ainsi, j'ai trouvé que, lorsque le régime lacté remplace complètement l'alimentation ordinaire, l'urée excrétée augmente de 60 pour 100; que lorsque le lait n'intervient que pour moitié dans l'alimentation, l'urée excrétée augmente de 35 pour 100.

» Comme l'un de mes sujets, un peu obèse, a diminué de poids, tandis que l'autre, maigre, engraissait sous l'influence du régime lacté, comme tous les deux ont fourni les mêmes résultats, il est impossible d'invoquer une dénutrition pour expliquer l'excès d'urée.

» Au reste, les augmentations ou diminutions de poids répondent surtout à des variations dans les réserves de graisse et de glycogène, et ont, par conséquent, peu d'influence sur l'excrétion de l'urée.

» L'augmentation considérable de l'urée par le régime lacté est digne de fixer l'attention du médecin et du physiologiste : malgré les bons effets du lait dans les maladies dyscrasiques dont le type est l'albuminurie, le médecin a jusqu'ici ignoré le mode d'action de cet aliment. Or, le physiologiste peut dès à présent prévoir que le lait modifie profondément la constitution de l'albumine du sang, et qu'il tend à y réduire la proportion des déchets azotés insuffisamment oxydés.

» Cette hypothèse pourra être facilement vérifiée sur les animaux.

» Une expérience tentée sur moi-même, mais insuffisamment prolongée, m'a donné des résultats positifs ; mais la durée de l'expérience a été trop courte pour entraîner la certitude. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mesure des coups de vent. Manomètre à maxima.* Note de M. **Fines**, présentée par M. Mascart.

« La pression produite par l'effort du vent et principalement la violence de ses à-coups intéresse au plus haut point ceux qui l'envisagent du côté scientifique aussi bien que ceux qui s'en occupent au point de vue pratique; les architectes et les ingénieurs doivent tenir compte dans leurs projets de la force du vent pour donner à leurs constructions une stabilité suffisante.

» La force des plus grands coups de vent est peu connue; on la déduit ordinairement de la vitesse moyenne pendant dix minutes, tandis que durant les tempêtes le vent peut souffler par rafales et par à-coups successifs instantanés et d'une grande violence.

» Les anémomètres de pression d'Osler ou de Jelineck seraient excellents pour obtenir directement cette mesure si les ressorts conservaient leur élasticité et si l'axe du vent restait toujours normal à la plaque dynamométrique; mais ces conditions sont loin d'être réalisables actuellement.

» Le moulinet de Robinson ne fait pas connaître exactement la vitesse, parce que la force du vent a pour effet de presser l'axe contre les couronnes qui le supportent ou de l'en arracher. Cet appareil cependant nous semble moins défectueux que les premiers, à la condition de bien graisser l'axe ou mieux de le munir de godets graisseurs et de le faire tourner dans des couronnes et sur des supports en agate.

» L'anémomètre multiplicateur, que M. Eugène Bourdon présenta à l'Académie des Sciences, le 30 janvier 1882, nous a paru préférable. Il inscrit d'une manière continue, sur une feuille de papier sans fin, toutes les variations de la force du vent en même temps que les changements de direction et l'heure.

» MM. Bourdon fils, reprenant les travaux de leur père, ont bien voulu tarer notre appareil au moyen d'une machine soufflante installée dans leurs ateliers. Ils ont déterminé la dépression manométrique, en centimètres de hauteur d'eau correspondant à la vitesse du vent en mètres par seconde, et la longueur de l'ordonnée tracée par l'enregistreur; nous avons ajouté à l'anémomètre multiplicateur de Bourdon un *manomètre à maxima* pour vérifier les indications de l'enregistreur. A cet effet, nous avons construit

un manomètre à eau avec un tube de verre à fortes parois, de 4^m de longueur et de 6^{mm} de diamètre intérieur, plongeant dans un flacon rempli d'eau. Ce manomètre est raccordé à l'anémomètre par des tubes en cuivre, de sorte que les oscillations de la colonne manométrique sont synchroniques et proportionnelles à la succion produite au point d'intersection des ajutages convergents-divergents.

» Nous avions principalement pour but de connaître les maxima de dépression qui correspondaient aux plus forts coups de vent. Nous y sommes parvenus au moyen d'un flotteur en verre mince, surmonté d'un disque très léger en laiton qui a presque le même diamètre que le tube et qui pousse un index semblable à ceux des thermométrographes de Six et Bellini. Il suffit de lire sur l'échelle la hauteur du bas de l'index pour connaître la dépression correspondant au plus fort coup de vent et pour savoir si l'ordonnée tracée simultanément par l'enregistreur est exacte.

» L'épaisseur des parois du tube de verre ne permettait pas à un fort aimant, en fer à cheval et à trois lames, d'actionner l'index et de l'entraîner. En entourant le tube d'un anneau de fer doux, mobile et divisé en deux parties séparées par un anneau de cuivre, nous avons ainsi beaucoup augmenté le champ magnétique, de sorte que l'aimant mis en contact avec l'anneau peut entraîner l'index et le faire descendre ou monter à volonté.

» Le Tableau suivant contient le relevé des maxima absolus mensuels observés depuis le mois de décembre 1885. Nous avons ajouté une colonne pour la pression du vent correspondante et nous avons calculé celle-ci au moyen de la formule de Borda : $P = CV^2$. Nous avons adopté pour la valeur de C le nombre 0,1278 proposé par Athanase Dupré; ce coefficient représente très approximativement la moyenne de celui qu'avait indiqué Poncelet, 0,125, et de celui que plus récemment M. Desdouits a trouvé expérimentalement, 0,1296.

» Dans ce Tableau :

» La première colonne O fait connaître la longueur de l'ordonnée inscrite;

» La deuxième colonne D, la dépression correspondante observée sur le manomètre;

» La troisième colonne D', la dépression calculée d'après la longueur de l'ordonnée O;

» La quatrième colonne D — D', la différence entre D et D';

» La cinquième colonne V, la vitesse en mètres par seconde, calculée d'après O;

» La sixième colonne V', la vitesse moyenne mesurée simultanément avec le moulinet de Robinson, pendant dix minutes;

» La septième colonne V — V', la différence entre V et V';

» La huitième colonne P, la pression en kilogrammes par mètre carré de surface calculée d'après O.

Maxima absolus mensuels de la force du vent.

		Dates.	Heure.	Ordonnée inscrite O.	Dépression observée D.	Dépression calculée D'.	Dépression Différence D — D'.	Vitesse en mètres par seconde d'après ordonnée V.	Vitesse d'après moulinet V'.	Vitesse Différence V — V'.	Pression en kg par mq P.
			h m	mm	cm	cm	cm	m	m	m	kg
1885.	Décembre.....	30	22.32	59,3	158,0	153,0	+5,0	26,9	23,3	3,6	97,5
1886.	Janvier.......	12	20.40	60,5	161,0	157,0	+4,0	27,2	18,3	8,9	98,0
	Février.......	5	14.25	46,5	114,8	113,0	+1,8	23,3	18,3	5,0	72,0
	Mars.........	6	14.00	76,0	214,0	210,0	+4,0	31,7	25,8	5,9	133,0
	Avril.........	13	12.50	63,0	164,8	164,0	+0,8	28,0	22,5	5,5	103,0
	Mai..........	3	1.15	38,3	96,0	91,0	+5,0	21,0	16,7	4,3	58,0
	Juin.........	16	8.45	38,8	95,8	92,0	+3,8	21,2	16,7	4,5	59,0
	Juillet.......	27	17.20	37,3	88,0	87,5	+0,5	20,6	14,2	6,4	56,5
	Août.........	17	10.57	49,0	120,0	119,0	+1,0	23,9	17,5	6,4	76,5
	Septembre....	25	6.50	26,0	61,1	58,5	+2,6	16,8	10,8	6,0	38,0
	Octobre......	16	15.10	57,3	151,1	146,0	+5,5	26,3	20,0	6,3	93,0
	Novembre....	22	11.15	43,6	99,0	104,0	—5,0	22,6	17,5	5,1	67,0
	Décembre.....	27	7.20	55,5	137,0	140,0	—3,0	25,9	21,7	4,2	90,0
1887.	Janvier.......	4	15.12	42,6	103,0	102,0	+1,0	22,1	20,0	2,1	65,0
	Février.......	12	2.00	33,0	78,0	77,0	+1,0	19,1	15,8	3,3	49,0
	Mars.........	16	14.00	63,0	159,5	164,0	—4,5	28,0	21,7	6,3	103,0
	Avril.........	15	12.15	54,0	136,0	135,0	+1,0	25,4	20,8	4,6	87,0
	Moyennes...			49,6	125,7	124,3	+1,4	24,1	18,9	5,2	79,1

» Ce Tableau montre que la différence entre la dépression observée et la dépression calculée d'après la longueur de l'ordonnée inscrite peut varier entre — 5 et + 5^{cm},5. La différence moyenne est de 1^{cm},4 pour 125^{cm},7, soit une erreur moyenne de 1,11 pour 100, ou bien une erreur moyenne de 2^{m},2 pour une vitesse moyenne de 24^{m},1 par seconde, ou enfin une différence de pression de 0^{kg},638 pour une pression moyenne de 79^{kg},1 par mètre carré, ce qui est presque négligeable.

» En terminant cette Note, je crois devoir indiquer le rapport qui existe entre les maxima absolus marqués par l'anémomètre de Bourdon et les plus forts maxima moyens déduits du nombre de tours du moulinet de Robinson, comptés simultanément, ce dernier instrument étant fréquemment employé et pouvant fournir des données utiles aux ingénieurs qui établissent généralement les calculs de résistance et de stabilité d'après

les plus fortes vitesses *moyennes* de préférence aux vitesses *absolues*. Les motifs de cette préférence tiennent à ce que la force du vent n'est pas uniforme et que, pendant les rafales, l'air se comprime en avant du corps, sert de matelas, forme ressort et diminue l'effet du choc.

» La moyenne des plus grandes vitesses marquées par le moulinet de Robinson est de $18^{m},9$ par seconde; elle est de $5^{m},2$ plus faible que la vitesse absolue indiquée par l'anémomètre de Bourdon, ce qui représente une différence de vitesse de 4,14 pour 100 ou une différence de pression de $3^{kg},760$ pour une pression de $79^{kg},1$ par mètre carré. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La période solaire, les essaims périodiques d'étoiles filantes et les perturbations magnétiques en* 1878. Note de M. **Ch.-V. Zenger**. (Extrait.)

« M. Wild, directeur de l'observatoire physique central de Pawlowsk, a eu la complaisance de m'envoyer le résumé des observations météorologiques et magnétiques de l'année 1878. En dépouillant les observations magnétiques, j'ai été surpris d'un accord, pour ainsi dire mathématique, entre les variations des éléments du magnétisme terrestre et la période solaire de $12^{jours},5935$ (durée d'une demi-rotation solaire); je viens soumettre à l'Académie cette comparaison; elle confirme, pour un lieu éloigné de Paris et pour une année bien antérieure à 1886, qui a fourni les résultats que j'ai fait connaître, le lien intime entre la rotation solaire et les perturbations magnétiques de l'observatoire du parc Saint-Maur.

» J'ai formé un Tableau où sont notés : les jours des demi-rotations solaires accomplies, les jours des passages des essaims périodiques, les dates des perturbations maxima magnétiques, c'est-à-dire des variations maxima en déclinaison et des variations maxima de l'intensité horizontale.

» On constate, d'après ce Tableau, qu'il y a une coïncidence très approchée entre les dates de perturbations magnétiques, les jours de la période solaire de $12^{jours},6$ et les dates du passage des essaims d'étoiles filantes périodiques.

» Il n'y a pas de coïncidence absolue pour les perturbations maxima de l'aiguille aimantée en déclinaison et en force horizontale; dans deux périodes de cette année, il n'y a pas de variation considérable de la déclinaison, tandis que la variation d'intensité de la force horizontale est très considérable : c'est le 6 juillet (jour de la période solaire, 8 juillet) et le

7 septembre (jour de la période solaire, 10 septembre; passage d'essaim périodique, 10 septembre).

» Ces résultats s'accordent avec ceux qui ont été tirés par M. Marchand des observations solaires de l'observatoire de Lyon et des observations faites aux magnétographes de l'observatoire du parc Saint-Maur; seulement on voit que les perturbations surviennent deux fois par rotation solaire accomplie; leur grandeur est assez variable, pour la déclinaison de 15′ à 83′, pour l'intensité de la force horizontale de 48 à 243 (milligramme-millimètre-seconde). »

M. de Lesseps présente, au nom de M. *Carl Hamm*, de Stockholm, une nouvelle matière explosible qui a reçu le nom de *bellite*.

Cette matière, formée de dinitrobenzol et de nitrate d'ammoniaque, ne fait pas explosion sans capsule fulminante. Elle peut être emmagasinée et transportée sans aucun danger. Dans l'emploi qui en a été fait dans les mines de fer suédoises, le poids de roches soulevées a dépassé tout ce qu'on avait obtenu avec les meilleures matières explosibles à base de nitroglycérine.

M. William Sutherland adresse une Note sur la température critique de l'acide carbonique.

M. Sutherland a été conduit par des considérations théoriques à admettre que la vraie température critique de l'acide carbonique est supérieure à 40°. Ce résultat confirmerait les expériences exécutées par Regnault sur la tension de la vapeur saturée de l'acide carbonique liquide jusqu'à 42°, 5. Le désaccord avec la détermination faite par Andrews de la température critique à 31° ne serait qu'apparent et devrait être attribué à ce que Andrews a opéré avec un liquide contenu dans des tubes capillaires. L'auteur se propose de développer cette action perturbatrice de la capillarité.

M. J. Lelaisant adresse le tracé d'une courbe de forme elliptique qu'il a obtenue en prenant pour angles les déclinaisons annuelles de Londres-Greenwich et pour rayons vecteurs les cotangentes des inclinaisons annuelles correspondantes.

M. L. Tissier adresse la description d'un appareil qu'il a appliqué à la mesure de la force centrifuge.

M. J. Delauney adresse, de Saïgon, une Note sur la distribution géographique des volcans.

M. E. Rinonapoli informe l'Académie qu'il a traité avec succès deux cas de pustule maligne par des injections d'une solution éthérée d'iodoforme.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1887.

Manuel de Technique microscopique; par le Dr Paul Latteux. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; gr. in-8°. (Renvoi au concours du prix Barbier.)

Sur les sections des hélicoïdes à plan directeur. Mémoire manuscrit accompagné d'une planche, par Pierre Pécharman. (Renvoi au concours du prix Francœur.)

La mortalité de l'enfance à Marseille comparée à celle de la France et des autres nations; par le Dr H. Mireur. Paris, G. Masson, 1887; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

La syphilis et la prostitution dans leurs rapports avec l'hygiène, la morale et la loi; par le Dr H. Mireur. Paris, G. Masson, 1875; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

La syphilis et les assurances sur la vie. Paris, G. Masson, 1882; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

La prostitution à Marseille; par le Dr H. Mireur. Paris, Dentu, 1882; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

Recherches sur la non-inoculabilité syphilitique du sperme; par le Dr H. Mireur. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°.

La pathologie des races humaines et le problème de la colonisation; par M. J. Orgeas. Paris, Doin, 1886; gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude historique et pratique sur la prophylaxie et le traitement du choléra; par le Dr H. Mireur. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours du prix Bréant.)

Épidémie cholérique de Marseille (1884). *Rapport sur le fonctionnement du premier bureau de secours (Hôtel de Ville); par* le Dr H. Mireur. Marseille, Librairie marseillaise, 1884; br. in-8°. (Renvoi au concours du prix Bréant.)

Rapport général sur le fonctionnement des bureaux de secours municipaux pendant l'épidémie cholérique de 1885 *à Marseille; par* le Dr H. Mireur. Marseille, Typographie méridionale, 1885; br. gr. in-8°. (Renvoi au concours du prix Bréant.)

Le goitre exophtalmique. Mémoire manuscrit, par le Dr Ch. Liégeois. (Renvoi au concours du prix Lallemand.)

Des causes et de la nature de l'angine de poitrine. Mémoire manuscrit, par le Dr Ch. Liégeois. (Renvoi au concours du prix Lallemand.)

Études sur la distribution de la chaleur et de la température à la surface du globe. Mémoire manuscrit, par Alfred Angot. (Renvoi au concours du prix Gay.)

Nouveau procédé de préparation de l'oxygène pour les applications médicales. Mémoire manuscrit, par le Dr Maurice Dupont. (Renvoi au concours du prix Barbier.)

Études sur les contractions astigmatiques du muscle ciliaire; par le Dr Georges Martin. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

De la contagion de la diphthérie et de la prophylaxie des maladies contagieuses dans les hôpitaux de Paris; par le Dr Gustave Lancry. Paris, Steinheil, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Contribution au traitement de la diphthérie. Mémoire manuscrit, *par* le Dr G. Guelpa. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité pratique des maladies des pays chauds; par le Dr Fernand Roux. Paris, G. Steinheil, in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

La circulation et le pouls, accompagné d'un Atlas de photographies; par le Dr Ch. Ozanam. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1886; gr. in-8°. (Renvoi au concours du prix L. Lacaze, Physiologie.)

Nouvelle méthode de sauvetage pour les navires défoncés par un abordage en pleine mer, un écueil ou une torpille. Mémoire manuscrit, par le Dr Ch. Ozanam. (Renvoi au concours du prix extraordinaire de six mille francs.)

De l'influence du froid et de la chaleur sur les phénomènes chimiques de la respiration et de la nutrition alimentaires. Mémoire manuscrit, par le Dr Ch.-E. Quinquaud. (Présenté par M. Brown-Séquard.) (Renvoi au concours de Physiologie.)

Étude chimique, physiologique et thérapeutique sur le peptonate de fer.

Mémoire manuscrit, par MAURICE ROBIN. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches sur les échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère; par MM. GASTON BONNIER et LOUIS MANGIN. 6 fasc. accompagnés d'une planche. (Renvoi aux concours de Physiologie.)

Histoire des droits d'entrée et d'octroi à Paris; par A. DE SAINT-JULIEN et G. BIENAYMÉ. Paris, Paul Dupont, 1887; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

Théorie des explosions dans les canons et les torpilles; par A. MOISSON. Paris, Baudoin et Cie, 1887; in-8°. (Renvoi au concours du prix extraordinaire de six mille francs.)

Pathologie du système nerveux périphérique; par MM. PITRES et VAILLARD; 11 br. in-8°. (Renvoi au concours du prix Lallemand.)

Nouvelle méthode de recherche de l'alcool amylique dans les alcools, eaux-de-vie, liqueurs, vins vinés et bières alcoolisées, au moyen de l'alcoolamylimètre. Mémoire manuscrit, par G. BRUEL. (Renvoi au concours Montyon, Arts insalubres.)

Description sommaire de trois nouveaux appareils aérothérapiques. Mémoire manuscrit, par le D^r CH. BREUILLARD. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Capacité et tension de la vessie; par le Dr L. DUCHASTELET. Paris, A. Lanier, 1886; in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours du prix Godard.)

Éléments de Médecine suggestive; par le Dr FONTAN et le Dr SÉGARD. Paris, Doin, 1887; in-12. (Renvoi au concours du prix Chaussier.)

Recherches sur la famille des Volvocinées. Mémoire manuscrit, par P.-A. DANGEARD. (Renvoi au concours Desmazières.)

Recherches sur les organismes inférieurs; par P.-A. DANGEARD. Paris, G. Masson, 1886; br. in-8°. (Renvoi au concours Desmazières.)

Recherches sur le thapsia villosa *au point de vue botanique, thérapeutique et chimique.* Mémoire manuscrit, par MM. ÉDOUARD HECKEL et SCHLAGDENHAUFFEN. (Renvoi au concours du prix Barbier.)

Note sur un faux kola. — Nouvelles recherches sur le bonduc. — De la liane-bœuf, etc.; *par* MM. ÉDOUARD HECKEL et SCHLAGDENHAUFFEN. 6 br. in-8°. (Renvoi au concours du prix Barbier.)

Traitement curatif de la Morue rouge dont l'ingestion occasionne de véritables empoisonnements. Mémoire manuscrit, par le Dr ÉDOUARD HECKEL. (Renvoi au concours Montyon, Arts insalubres.)

On the Action of the excised mammalian heart; by AUGUSTUS D. WALLER

and E. WAYMOUTH REID; br. in-4°. (Présenté par M. Brown-Séquard.) (Renvoi au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Les peuplades de Madagascar; par M. MAX. LECLERC. Paris, Ernest Leroux, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Grandidier.)

Guide pratique pour l'analyse chimique et microscopique de l'urine, des sédiments et des calculs urinaires; par le Dr L. GAUTIER. Paris, F. Savy, 1887; in-12.

Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires; par J.-C. FÉLIX GUYON. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1885; gr. in-8° accompagné d'un *Atlas; par* F. GUYON et P. BAZY. (Présenté par M. Richet.)

Essai de Psychologie générale; par CH. RICHET. Paris, Félix Alcan, 1887; in-12.

Le ballon Capazza *et ses partisans; par* J.-E. RENUCCI. Ajaccio, 1887; br. in-12.

L'ouragan de juin 1885 *dans le golfe d'Aden* (second Mémoire); *par* le Vice-Amiral CLOUÉ. Paris, Baudoin et Cie, 1887; br. in-8°.

Hydraulik und hydraulische Motoren, von HATON DE LA GOUPILLIÈRE. *Autorisirte Uebersetzung von* VIKTOR RAUSCHER. Leipzig, 1887; br. in-8°.

Sull' allineamento dei vulcani italiani, etc., dal Dr LEONARDO RICCIARDI. Reggio-Emilia, 1887; br. in-8°.

Contribuciones al conocimiento higienico de la ciudad de Buenos Aires; por el Dr PEDRO N. ARATA. Buenos Aires, 1886; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Aparato microfotografico; por el Dr PEDRO N. ARATA. Buenos Aires, 1885; br. in-8°.

Relacion de los trabajos practicados por la Oficina quimica municipal de la ciudad de Buenos Aires, 1885-86; *por* el Dr PEDRO N. ARATA. Buenos Aires, 1886-87; 2 br. in-8°.

Journal of the College of Science, imperial University, Japan. Vol. I, Part II. Tokio, Japan, 1887; br. in-4°.

Report of the commissioner of education for the year 1884-85. Washington, Government printing Office, 1886; gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 9 mai 1887.)

Page 1204, ligne 5, *supprimez le mot* quatre.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JUIN 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la densité de l'acide sulfureux à l'état de liquide et de vapeur saturée;* par MM. L. Cailletet et E. Mathias.

« Nous avons eu l'honneur de faire connaître déjà à l'Académie (¹) la méthode que nous avons employée pour la détermination de la densité de l'éthylène, du protoxyde d'azote et de l'acide carbonique à l'état de liquide et de vapeur saturée. Afin de généraliser cette méthode, il était nécessaire de l'appliquer à l'étude de corps dont le point critique fût beaucoup plus élevé que celui des gaz que nous avons étudiés. Nous avons choisi dans ce but l'acide sulfureux, dont le point critique est situé au voisinage de + 156°.

» *Densité de la vapeur saturée.* — L'appareil que nous avons employé est

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1202; 1886.

le même que celui qui nous a servi dans nos premières recherches; nous avons dû modifier seulement nos procédés de chauffage, de façon à atteindre la température de + 160° par des élévations successives et à maintenir chacune de ces températures intermédiaires absolument fixe pendant la durée de chaque expérience. Nous avons employé dans ce but un bain d'eau, puis la distillation de corps ayant des points d'ébullition fixes, tels que l'alcool ordinaire, l'alcool amylique, le toluène, le xylène, et enfin les pétroles obtenus par des distillations fractionnées du pétrole brut d'Amérique ([1]).

» L'acide sulfureux est préparé par l'action de l'acide sulfurique concentré sur le mercure. Le gaz, lavé dans une petite quantité d'eau, se sèche en traversant une colonne de 2^m de ponce sulfurique, à l'extrémité de laquelle est fixé, au moyen d'un masticage, le tube laboratoire qui doit contenir le gaz pur et sec.

» Nos recherches exigeant des corps d'une grande pureté, nous nous sommes assurés que de l'acide sulfureux renfermé dans le tube laboratoire ne contenait qu'une trace insignifiante et tout à fait négligeable d'un gaz non absorbable par la potasse. Nous avons fait de nombreuses déterminations de densité avec des échantillons de gaz différents et en opérant avec des appareils en verre de dimensions variées. Voici quelques-uns des nombres que nous avons obtenus :

+ 7°,3	0,00624	+ 100°,6	0,0786
+ 16,5	0,00858	+ 123,0	0,1340
+ 24,7	0,0112	+ 130,0	0,1607
+ 37,5	0,0169	+ 135,0	0,1888
+ 45,4	0,0218	+ 144,0	0,2495
+ 58,2	0,0310	+ 152,5	0,3426
+ 78,7	0,0464	+ 154,9	0,4017
+ 91,0	0,0626		

» Toutes ces densités sont rapportées à l'eau à + 4°. Enfin nous avons déterminé avec le plus grand soin le point critique de l'acide sulfureux, et nous avons constaté que le liquide disparaît à + 156°,0, c'est-à-dire à une température un peu supérieure à celle de + 155°,4 observée par M. Sajotchewsky ([2]). On sait, d'ailleurs, qu'il suffit d'une très petite quantité

([1]) Nous remercions M. Friedel de l'obligeance avec laquelle il a mis à notre disposition ses appareils distillatoires.

([2]) *Wiedm. Beibl.*, t. IV, p. 704; 1880.

d'air pour abaisser d'une façon sensible la température critique. Les résultats obtenus démontrent que cette méthode s'applique à l'étude des corps à point critique élevé, et son exactitude n'est limitée que par la présence de la vapeur de mercure, dont la tension ne devient sensible qu'au-dessus de 200°.

Densité de l'acide sulfureux liquide. — Nous avons employé d'abord le tube en O qui nous avait servi dans nos premières expériences; mais, à raison de la facilité avec laquelle on peut remplir un thermomètre d'acide sulfureux liquide, nous nous sommes servis de la méthode thermométrique pour les recherches que nous publions aujourd'hui.

» Déjà Isidore Pierre [1] avait mesuré la dilatation de l'acide sulfureux de — 30° à — 8°; M. Andreeff [2] de — 10° à + 40°; de son côté Drion [3] avait étudié sa dilatation apparente de 0 à + 130°, en se servant d'un thermomètre métastatique. Ce savant espérait ainsi éliminer l'erreur résultant de la vaporisation du liquide : nos expériences, on le verra, démontrent que la méthode employée par Drion ne fait pas disparaître cette cause d'erreur, surtout aux températures élevées.

» Les thermomètres que nous avons fait construire sont à parois épaisses, de façon à réduire autant que possible l'augmentation du volume sous l'influence de la pression intérieure, et, au point critique, cette augmentation n'est, d'après nos calculs, que d'environ $\frac{1}{2000}$, c'est-à-dire qu'elle ne modifie que le quatrième chiffre décimal. Les tubes thermométriques sont soigneusement jaugés et calibrés, les volumes apparents du liquide sont observés au moyen d'une lunette. Le poids total du liquide et de la vapeur est connu par la pesée du thermomètre vide et plein.

» Le côté nouveau de nos recherches consiste dans la correction exacte du poids de la vapeur saturée déduit de l'observation de son volume et de la connaissance de la densité déterminée expérimentalement.

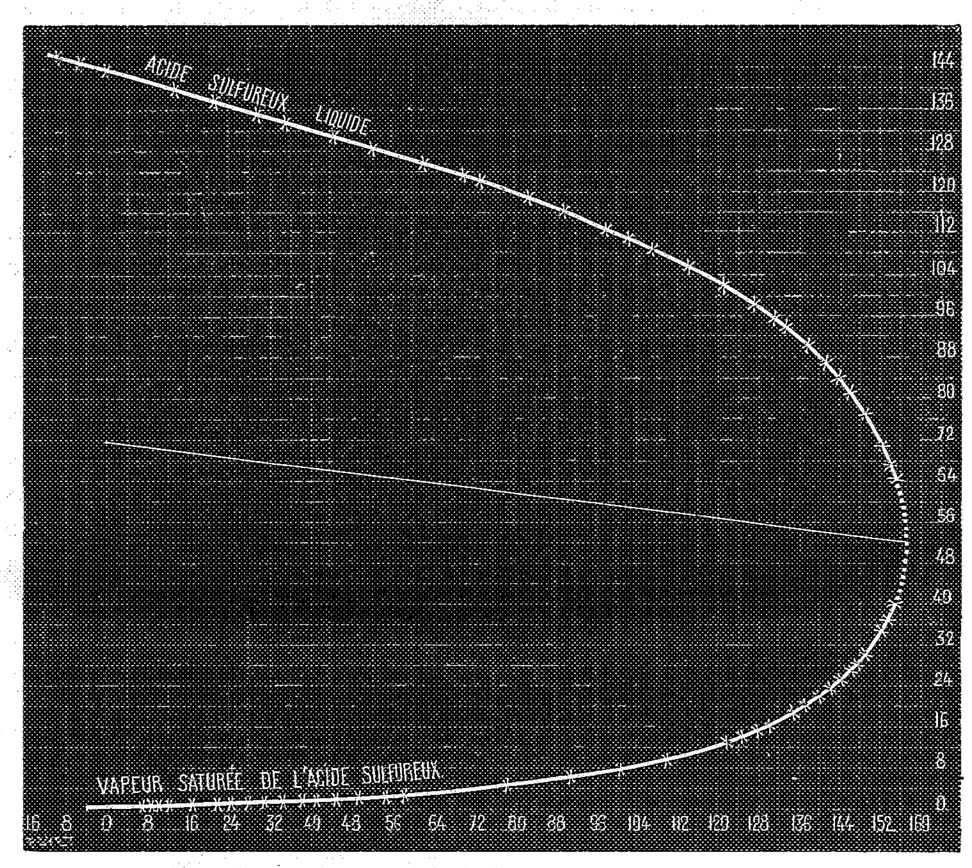
» Nous avons fait plusieurs séries d'expériences dont nous extrayons les nombres suivants :

+ 0°,0	1,4338	+ 62,0	1,2523
+ 21,7	1,3757	+ 82,4	1,1845
+ 35,2	1,3374	+ 102,4	1,1041
+ 52,0	1,2872	+ 120,45	1,0166

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXI, p. 336; 1847.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVI, p. 317; 1859.
(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVI, p. 1; 1859.

+ 130°,30.........	0,9560	+ 151°,75.........	0,7317
+ 140,8..........	0,8690	+ 154,3..........	0,6706
+ 146,6..........	0,8065	+ 155,05.........	0,6370

» Si l'on construit les courbes ayant pour abscisses les températures et pour ordonnées les deux sortes de densités, en joignant par un trait les points obtenus, on a deux courbes se raccordant au point critique, ce qui montre bien que la densité du liquide et celle de la vapeur saturée ont une limite commune, contrairement à la conclusion d'Avenarius (1).



» La considération du diamètre conjugué des cordes verticales, qui est ici presque rigoureusement rectiligne, permet de déterminer graphiquement ou par le calcul la densité critique, qu'on trouve ainsi = 0,520.

» Nous avons calculé, ainsi que l'avait fait Drion, les coefficients de

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 1876-77.

dilatation de l'acide sulfureux liquide au moyen des densités lues sur le tracé graphique; nous avons calculé les coefficients *moyens* de dilatation par la formule

$$\alpha = \frac{\delta_0(\delta - \delta')}{\delta\delta'(t' - t)}$$

qui équivaut à

$$\frac{V' - V}{V_0(t' - t)}.$$

» On obtient ainsi :

	α.
Entre 156°,0 et 155°,5	0,7371
» 155,5 et 155,0	0,2273
» 155,0 et 154,0	0,1345
» 154,0 et 153,0	0,07721

» Ce Tableau montre avec quelle rapidité croît le coefficient *moyen* de dilatation d'un corps au voisinage du point critique pour atteindre, dans le dernier demi-degré, une valeur égale environ à 200 fois le coefficient de dilatation des gaz, le coefficient *vrai* devenant infini au point critique.

» La connaissance des deux sortes de densités de l'acide sulfureux et celle de la variation de la force élastique maxima mesurée par Regnault entre $-30°$ et $+65°$ permettent de calculer la chaleur latente de vaporisation par la formule connue

$$L = \frac{T}{E}(u' - u)\frac{dp}{dt};$$

on trouve ainsi :

	Cal
0	91,2
+ 10	88,7
+ 20	84,7
+ 30	80,5
+ 40	75,5
+ 50	70,9
+ 60	69,0 [1]

» M. Sajotchewsky a continué les recherches de Regnault sur la tension de la vapeur de l'acide sulfureux; ses expériences, qui s'étendent de + 50 jusqu'au point critique, ne se raccordent pas avec celles de Regnault, car

[1] Les résultats de nos calculs sont d'accord avec les nombres obtenus par M. J. Chappuis, qui a mesuré par une méthode calorimétrique la chaleur latente de vaporisation de l'acide sulfureux à zéro.

il y a entre 50° et 60° une différence de 6,5 pour 100 sur la valeur de $\frac{dp}{dt}$, et ce désaccord ne permet pas de calculer les chaleurs latentes qui, au lieu de continuer à décroître régulièrement, prennent au contraire des valeurs plus grandes qu'auparavant [1]. »

M. **Bertrand**, après la lecture de ce Mémoire, présente les observations suivantes :

« J'ai eu l'occasion, comme MM. Cailletet et Mathias, de comparer les résultats obtenus par Regnault sur la tension maxima de la vapeur d'acide sulfureux liquide avec les chiffres proposés par d'autres physiciens.

» Une formule, dont je publierai prochainement la démonstration, représente très exactement les tensions maxima des vapeurs pour tous les liquides et à toutes les températures. Elle contient deux constantes seulement. On a

$$p = G\left(\frac{T-\lambda}{T}\right)^{50}.$$

Si l'on suppose

$$\lambda = 49,459,$$
$$\log G = 7,400259,$$

cette formule reproduit tous les chiffres donnés par Regnault pour l'acide sulfureux, depuis la température $-30°$ $(T=243)$ jusqu'à $65°$ $(T=338)$. Elle ne s'accorde pas avec les nombres donnés par M. Sajotchewski.

» On peut représenter la tension de la vapeur d'eau par la formule

$$p = G\left(\frac{T-78,3}{T}\right)^{50};$$

celle de la vapeur d'éther, par

$$p = G\left(\frac{T-55,4}{T}\right)^{50};$$

celle de la vapeur de sulfure de carbone, par

$$p = G\left(\frac{T-54,784}{T}\right)^{50};$$

(1) Ces expériences ont été faites au laboratoire de Chimie et de Physique de l'École Normale supérieure.

celle du chlorure de carbone, par

$$p = G\left(\frac{T - 61,667}{T}\right)^{50},$$

celle de l'acide carbonique, par

$$p = G\left(\frac{T - 35}{T}\right)^{50};$$

de l'ammoniaque, par

$$p = G\left(\frac{T - 46,728}{T}\right)^{50};$$

de la vapeur de soufre, par

$$p = G\left(\frac{T - 134,890}{T}\right)^{50},$$

G désignant, dans chacune de ces formules, une constante à déterminer par une valeur particulière de la pression.

» MM. Chappuis et Rivière ont communiqué à l'Académie, dans sa dernière séance, quelques mesures de la tension maxima de la vapeur du cyanogène.

» Les chiffres proposés par ces habiles expérimentateurs donnent une confirmation remarquable de ma formule.

» En acceptant, en effet, les deux mesures extrêmes relatives à la température $-20°,7\,(T = 252,3)$ et $+15°\,(T = 288)$, j'ai déterminé les constantes de la formule. On a

$$T = G\left(\frac{T - 47,283}{T}\right)^{50},$$

où

$$\log G = 7,3814321.$$

» MM. Chappuis et Rivière ont fait connaître quatre résultats :

» Pour $T = +5°\,(T = 278)$, l'expérience donne

$$p = 215^{cm};$$

la formule donne

$$p = 215,16.$$

» Pour $t = 10°\,(T = 283)$, l'expérience donne

$$p = 257^{cm};$$

la formule donne

$$p = 258,02.$$

M. Bunsen avait trouvé, pour $t = 0$,

$$p = 180;$$

ce chiffre est accepté par les savants auteurs comme présentant des garanties particulières. La formule, pour $T = 273$, donne

$$p = 178,45.$$

» J'ai calculé deux tensions que je serais heureux de voir mesurer directement.

» Pour la température $-5^\circ(268)$, la formule donne

$$p = 146,7;$$

pour la température $-10^\circ(263)$,

$$p = 119,63.$$

» Si MM. Chappuis et Rivière trouvent plus commode, comme il paraît vraisemblable, de mesurer la pression d'abord, puis la température, qu'ils n'auraient pas besoin de choisir, la formule

$$p = G\left(\frac{T - 47,283}{T}\right)^{50}, \qquad \log G = 7,3814321,$$

déduite des chiffres donnés par eux, est tellement simple que la vérification sera immédiate.

» On pourrait, à la formule précédente, substituer

$$p = G'\left(\frac{T - 25,923}{T}\right)^{100}$$

avec

$$\log G' = 7,5835612;$$

mais ce ne sont pas deux formules distinctes. Par une singularité algébrique, les deux expressions s'accordent numériquement, entre certaines limites, bien entendu, pour toutes les valeurs de T.

» Pour $T = 273$, par exemple, l'une des formules donne

$$p = 178,4;$$

l'autre,

$$178,04.$$

» Pour T = 278, l'une donne

$$p = 215,3,$$

l'autre,

$$p = 214,9.$$

» Pour T = 263, on trouve

$$p = 119,6 \qquad \text{et} \qquad p = 119,38. \text{ »}$$

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de combustion*; par MM. **Berthelot** et **Recoura**.

« Nous avons poursuivi l'étude des chaleurs de combustion par la nouvelle méthode de la bombe calorimétrique, en nous attachant à certaines mesures caractéristiques, soit comme contrôle de la méthode, soit comme comparaison avec nos preuves précédentes, soit comme importance des composés mis en expérience. Tels sont : la glucose, le quinon, l'acide benzoïque, l'acide salicylique. Nous avons aussi fait quelques déterminations complémentaires sur la naphtaline, spécialement sur un échantillon apporté par M. Stohmann, qui avait bien voulu venir étudier au Collège de France la nouvelle méthode.

» 1. *Glucose* : $C^{12}H^{12}O^{12} = 180$. — Ce corps, fourni déjà comme pur par le commerce, a été purifié de nouveau par des cristallisations dans l'alcool méthylique absolu, conformément au procédé de M. Soxhlet. Son inflammation n'est pas sans quelques difficultés.

» Trois déterminations :

Poids.	Δt.	Chaleur de combustion rapportée à 1gr.	
gr 0,8716	° 2,249	Cal 3,745	Moyenne : 3Cal,762
0,9912	2,581	3,784	
1,5326	3,944	3,758	

» Soit, pour 1^{mol}, $C^{12}H^{12}O^{12} = 180^{gr}$: $+ 677^{Cal},2$, à volume constant et à pression constante.

» Ce nombre est sensiblement le même que la chaleur de combustion de la lactose, dans son état isomérique, soit 680^{Cal} (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. X, p. 459); il se confond avec la moitié de la chaleur de combustion de la saccharose, $677^{Cal},5$. Il y a donc concordance parfaite entre la nouvelle détermination et celles qui ont été publiées par MM. Berthelot

et Vieille dans le Recueil précédent. On en conclut pour la chaleur de formation de la glucose par les éléments

$$C^{12}(\text{diamant}) + H^{12} + O^{12} = C^{12}H^{12}O^{12} : + 300^{Cal},8.$$

» Il en résulte que l'union du carbone (diamant) avec les éléments de l'eau (liquide), pour constituer la glucose, absorberait $- 113^{Cal},2$.

» Ces chiffres expliquent la chaleur dégagée par la fermentation alcoolique et « la réserve d'énergie immanente aux hydrates de carbone et qui » joue un si grand rôle dans la formation des principes immédiats des êtres » organisés » et dans la production de la chaleur animale (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. X, p. 463. *Voir* aussi 4e série, t. VI, p. 463; 1865).

» 2. *Quinon* : $C^{12}H^4O^4 = 108$. — Produit fourni par Kahlbaum; purifié au laboratoire par de nouvelles cristallisations dans l'éther :

gr	°	Cal	
1,1580........	2,977	6,108	Moyenne : $6^{Cal},102$
1,1547........	2,969	6,106	
1,2005........	3,0798	6,092	

» Soit, pour 1 molécule = 108^{gr} : $+ 659^{Cal},02$, à volume constant et à pression constante.

» Les déterminations qui seront données plus loin, faites avec M. Louguinine, ont donné $+ 654^{Cal},59$, l'écart étant attribuable à la difficulté de purifier absolument le quinon. Adoptons la moyenne $+ 656^{Cal},8$.

» On en déduit la chaleur de formation

$$C^{12}(\text{diamant}) + H^4 + O^4 = C^{12}H^4O^4 : + 45^{Cal},2.$$

» Il en résulte que l'union du carbone (diamant) avec les éléments de l'eau (liquide) $2H^2O^2$, pour constituer le quinon, absorberait $- 92^{Cal},8$: absorption bien plus forte proportionnellement que dans la formation de la glucose, où l'union d'un poids d'eau triple, $6H^2O^2$, absorberait seulement $- 113^{Cal},2$. En passant de la glucose au quinon la séparation de l'eau $4H^2O^2$ (liquide) dégagerait $+ 10^{Cal},4$. Ces nombres ne sont pas sans quelque intérêt, si l'on se rappelle les relations établies par M. Prunier entre la série benzénique et la quercite, matière sucrée congénère des glucoses, les travaux de M. Maquenne sur l'inosite, ainsi que les réactions connues de l'acide quinique, qui se transforme par déshydratation en dérivés quinoniques.

» 3. *Naphtaline* : $C^{10}H^8 = 138$. — Cinq déterminations nouvelles, faites

sur un échantillon apporté et purifié spécialement par M. Stohmann, ont donné pour 1^{gr} : $9^{Cal},692$, $9^{Cal},674$, $9^{Cal},692$, $9^{Cal},694$, $9^{Cal},690$. En moyenne : $9^{Cal},688$.

» La moyenne des séries antérieures, mesurées par MM. Berthelot, Vieille, Louguinine et Recoura, d'une façon indépendante (ce Recueil, CIV, 879), avait donné $9^{Cal},715$. On citera tout à l'heure deux autres séries.

4. *Acide benzoïque :* $C^{14}H^6O^4 = 122^{gr}$. — Deux échantillons ont été employés.

» (1) Acide provenant de l'acide hippurique, vendu comme pur et soumis par nous à plusieurs recristallisations dans l'alcool :

$1^{gr},1493$...........	$3^o,071$	$6^{Cal},354$	Moyenne : $6^{Cal},351$.
$1^{gr},2294$...........	$3^o,280$	$6^{Cal},349$	

» (2) Acide provenant du benjoin, par sublimation; recristallisé par nous dans l'eau :

$1^{gr},2538$...........	$3^o,335$	$6^{Cal},330$	Moyenne : $6^{Cal},339$.
$1^{gr},2737$...........	$3^o,397$	$6^{Cal},348$	

» La moyenne des deux séries est $6^{Cal},345$.

» Les déterminations faites avec M. Louguinine (*voir* plus loin) ont donné $6^{Cal},322$, qui ne s'écarte que de 3 millièmes. Moyenne générale des trois séries : $6^{Cal},337$, ce qui fait pour $1^{mol} = 122^{gr}$: $+ 773^{Cal},1$ à volume constant; $+ 772^{Cal},8$ à pression constante.

» La formation par les éléments

$$C^{14}\,(\text{diamant}) + H^6 + O^4 = C^{14}H^6O^4,\ \text{dégage}\ \ldots\ldots\ldots\ + 92^{Cal},2$$

» La chaleur mise en jeu par la transformation de l'acide benzoïque en benzine

$$C^{14}H^6O^4 = C^{12}H^6\ \text{liq.} + C^2O^4\ \text{gaz, est égale à}\ \ldots\ 773 - 776 = -3^{Cal}$$

quantité fort petite, négative d'ailleurs comme pour l'acide acétique changé en formène, et comme pour les décompositions pyrogénées en général.

» 5. *Acide salicylique :* $C^{14}H^6O^6 = 138$.

gr	o	Cal	
1,2230..........	2,737	5,320	Moyenne : +5,326.
1,2900..........	2,883	5,326	
1,1942..........	2,679	5,331	

» Pour 1^{mol} $C^{14}H^6O^6 = 138^{gr}$: $+ 734,99$, à volume constant et à pression constante.

» D'après la chaleur de transformation de l'acide salicylique ($-6,3$) en

phénol solide et gaz carbonique, mesurée par MM. Berthelot et Werner (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VII, p. 159), et la chaleur de combustion du phénol, mesurée par MM. Berthelot et Vieille (même Recueil, t. X, p. 453), on aurait : $+737,1-6,3=730,8$. L'écart des deux nombres ne dépasse guère $\frac{1}{200}$: concordance satisfaisante pour des valeurs déduites de données si diverses.

» Nous poursuivons ces recherches dans deux directions différentes : d'une part, nous avons commencé à déterminer la mesure de la chaleur de combustion du carbone pur sous ses différents états, mesure qui n'a pas été reprise depuis le temps de Favre et Silbermann, malgré son caractère fondamental pour le calcul des chaleurs de formation des composés organiques. D'autre part, nous allons étendre la nouvelle méthode à la chaleur de combustion des corps liquides et volatils, à l'aide d'un artifice très simple, qui consiste à enfermer ceux-ci, pour les peser, dans de petites ampoules de celluloïde extrêmement légères, et dont la chaleur propre de combustion est facile à déduire. Nous exposerons prochainement ces nouveaux résultats. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de combustion;*
par MM. **Berthelot** et **Louguinine.**

« Voici des mesures de chaleur de combustion, exécutées avec des matériaux très purs, et avec le plus grand soin, mais au moyen d'une bombe calorimétrique de capacité beaucoup moindre que celle qui est employée au Collège de France. Les unes de ces mesures contrôlent celles effectuées avec les autres appareils, les autres sont nouvelles.

» 1. *Naphtaline :*

Poids.	Δt.	Chaleur de combustion pour 1gr.	
gr	o	Cal	
0,3522	3,591	9,7412	Moyenne : 9,7108 (Produit fourni par Kahlbaum.)
0,3456	3,483	9,7093	
0,3466	3,493	9,7088	
0,3439	3,457	9,6839	
0,3348	3,360	9,6713	Moyenne : 9,6813 (Produit fourni par Billaud.)
0,3319	3,332	9,6717	
0,3334	3,362	9,7162	
0,3438	3,460	9,6961	
0,3436	3,443	9,6510	

Moyenne commune.................. 9,6961

» La nouvelle série, faite par MM. Berthelot et Recoura, avec un échantillon apporté par M. Stohmann, a donné 9,688 : ce qui ne diffère que d'un millième. La moyenne de nos déterminations antérieures est 9,715.

» En adoptant la moyenne générale $9^{Cal},700$, résultant de 27 déterminations faites avec trois appareils et par trois groupes distincts d'expérimentateurs, on doit être fort près de la vérité.

» Il en résulte pour 1^{mol} : $+1241^{Cal},6$ à volume constant; $+1242^{Cal},7$ à pression constante. Pour la chaleur de formation par les éléments : $-26^{Cal},7$.

» 2. *Phénol.* — Kahlbaum. Distillé entre 182°-182°,5.

» Cinq déterminations très concordantes ont donné comme moyenne $7^{Cal},7626$. Mais le produit ne semblant pas absolument pur, nous l'avons de nouveau redistillé; il a passé ensuite à point fixe : 181°,0 (température corrigée) :

Poids.	Δt.	Chaleur de combustion pour 1gr.	
gr	o	Cal	
0,2574	2,098	7,8051	Moyenne : 7,816.
0,2539	2,078	7,8371	
0,2527	2,060	7,8057	

» Autre échantillon très pur, donné par M. Beilstein :

gr	o	Cal	
0,2560	2,091	7,8226	Moyenne : $7^{Cal},8051$.
0,2573	2,090	7,7824	
0,2524	2,055	7,8118	
0,2495	2,033	7,8003	
0,2573	2,098	7,8082	
Moyenne commune		$7^{Cal},8105$.	

» Les mesures de MM. Berthelot et Vieille, sur un échantillon très pur (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. X, p. 453), ont donné $7^{Cal},8356$; résultat aussi concordant que possible pour un corps si difficile à obtenir dans une absolue pureté.

» 3. *Acide benzoïque.* — Kahlbaum. Recristallisé avec soin. Fond à 120°,5.

gr	o	Cal	
0,3512	2,314	6,3188	Moyenne : $6^{Cal},3221$.
0,3520	2,319	6,3179	
0,3485	2,302	6,3339	
0,3531	2,326	6,3176	

» MM. Berthelot et Recoura ont obtenu (2 séries) $6^{Cal},345$.

» 4. *Acide cuminique*. Kahlbaum. Recristallisé dans l'alcool.

gr	o	Cal	
0,2510	1,980	7,5489	
0,2564	2,021	7,5455	
0,2656	2,096	7,5585	Moyenne : 7^{Cal},5533.
0,2607	2,058	7,5588	
0,2524	1,992	7,5549	

» Pour 1^{mol} $C^{20}H^{12}O^4 = 164$: $+ 1239^{Cal}$,3 à volume constant; 1237,7 à pression constante.

» L'excès sur l'acide benzoïque est 464,9 ou $+ 155 \times 3$.

» 5. *Quinon*. — Resublimé. Analyse : C = 66,99; H = 4,05. Théorie : 66,67 et 3,68.

gr	o	Cal	
0,3286	2,073	6,0415	
0,3160	2,007	6,0786	
0,3261	2,068	6,0725	Moyenne : 6^{Cal},0613.
0,3165	2,006	6,0668	
0,3186	2,013	6,0473	

» MM. Berthelot et Recoura ont obtenu 6,102; résultat concordant dans la mesure de la pureté du quinon, laquelle laisse toujours quelque incertitude.

» 6. *Hydroquinon* : $C^{12}H^6O^4 = 110$. — Recristallisé.

gr	o	Cal	
0,3449	2,229	6,1955	
0,3468	2,256	6,2379	
0,3563	2,320	6,2456	Moyenne 6^{Cal},2295.
0,3438	2,234	6,2288	
0,3586	2,326	6,2214	
0,3479	2,267	6,2479	

» Pour 1^{mol} : $110^{gr} + 685^{Cal}$,24 à volume constant; + 684,9 à pression constante.

$$C^{12}(\text{diamant}) + H^6 + O^4 = O^{12}H^6O^4 \text{ dégage} \ldots\ldots \quad + 86^{Cal},1$$

On a encore

$$C^{12}H^4O^4 + H^2 = C^{12}H^6O^4 : + 40^{Cal},9.$$

» D'après l'action du brome, MM. Berthelot et Werner avaient évalué cette quantité à + 43 (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VII, p. 124).

» 7. *Pyrogallol* : $C^{12}H^6O^6 = 126$. — Recristallisé dans l'alcool. Analyse : C = 57,33; H = 5,23.

gr 0,3681...........	° 1,937	Cal 5,0346	Moyenne : $5^{Cal},0262$.
0,3587...........	1,891	5,0425	
0,3606...........	1,891	5,0156	
0,3427...........	1,797	5,0121	

» Pour 1^{mol} : + 633,3 à volume constant et à pression constante.

C^{12}(diamant) + $H^6 + O^6 = C^{12}H^6O^6$ dégage........ $+137^{Cal},7$

On a encore

$C^{12}H^6$ crist. + $O^2 = C^{12}H^6O^2$ crist....................	+ 36,6
$C^{14}H^6O^4$ crist. + $O^2 = C^{14}H^6O^6$ crist.................	+ 37,8
$C^{12}H^6O^2$ crist. + $O^2 = C^{12}H^6O^4$ hydroquinon..........	+ 52,2
$C^{12}H^6O^4$ hydroq. + $O^2 = C^{12}H^6O^6$ pyrogallol.........	+ 51,6

» La presque égalité des deux derniers nombres montre la similitude des deux réactions successives qui changent le phénol en hydroquinon et en pyrogallol. Mais le premier groupe de métamorphoses, celles de la benzine en phénol et de l'acide benzoïque en acide salicylique, affecte un caractère un peu différent. Il répond d'ailleurs numériquement au changement du formène en alcool méthylique (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. X, p. 453). »

CHIMIE. — *Note sur les produits d'altération de quelques alliages par les acides*; par M. **H. Debray**.

« Les alliages d'étain et de métaux du platine sont altérables par l'acide chlorhydrique. Celui de platine et d'étain ($PtSn^4$), au contact de l'acide chlorhydrique très étendu (10 fois son volume d'eau), s'attaque lentement et se transforme, après plusieurs jours de contact, en écailles noirâtres ayant l'aspect du graphite. Cette transformation de l'alliage a lieu instantanément, à froid, avec de l'acide concentré, ou, à chaud, avec de l'acide étendu. On obtient les mêmes produits en attaquant directement un culot d'étain tenant platine par de l'acide chlorhydrique concentré ou bouillant. Si la proportion de platine atteint le cinquième du poids de l'alliage, il faut recourir à l'acide concentré et chaud pour que l'alliage s'attaque en totalité.

» Les alliages contenant du rhodium, de l'iridium ou du ruthénium sont moins facilement attaquables par l'acide chlorhydrique; mais, si l'on opère avec l'acide concentré, surtout à chaud, le résidu graphitoïde se forme rapidement.

» Il semblerait que ces résidus graphitoïdes ne doivent contenir que le métal précieux, seul ou allié avec une proportion d'étain assez faible pour donner un alliage capable de résister à l'action de l'acide. On constate cependant dans tous la présence d'une notable proportion d'oxygène et d'eau ([1]). Ils contiennent aussi de l'étain, mais en proportion d'autant moindre que l'action de l'acide a été prolongée davantage.

» Ces résidus se comportent comme le noir de platine, c'est-à-dire qu'ils s'échauffent plus ou moins dans l'hydrogène et peuvent déterminer l'explosion des mélanges détonants. Le dégagement de chaleur qui se produit au contact de l'hydrogène n'est pas dû seulement à la condensation du gaz dans leurs pores, mais aussi à leur réduction et à la production d'eau qui en est la conséquence. Il est très probable que beaucoup de matières, désignées sous le nom de *noir de platine*, agissent surtout de cette façon. Chauffés dans le vide, ces résidus perdent leur eau, puis déflagrent avec plus ou moins de vivacité, sans dégager d'oxygène, en devenant parfois incandescents. Enfin ils sont plus facilement altérables que le métal précieux qui y est contenu. Ainsi, les résidus, contenant du rhodium, du ruthénium et de l'iridium, sont attaquables par l'eau régale, mais cette action n'est jamais complète. Le résidu de rhodium s'altère même profondément à l'air, quand on l'y sèche. Pour l'obtenir sec et le préserver de l'oxydation, il faut mettre le produit humide, à côté d'un vase à acide sulfurique, sous une cloche où l'on fait le vide et, quand la dessiccation est achevée, laisser rentrer de l'acide carbonique. On peut alors retirer le produit; si l'on faisait rentrer brusquement de l'air dans la cloche, le produit s'échaufferait au point de devenir incandescent.

» La composition de ces corps se détermine de la manière suivante :

» Le résidu, bien lavé et séché dans le vide sec, est pesé dans une nacelle de porcelaine que l'on introduit dans un tube en verre dur où l'on fait le vide avec une machine de Sprengel servant à recueillir les gaz dégagés. Quand le vide est fait, on chauffe la nacelle vers 300°-400°; parfois

---

([1]) M. Schützenberger a observé, le premier, la présence de l'oxygène dans un produit de l'attaque d'un alliage d'étain et de platine par l'acide chlorhydrique bouillant (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 985).

même au rouge naissant, la matière déflagre avec plus ou moins de vivacité et peut devenir incandescente, comme nous l'avons déjà dit. Il se dégage alors de l'eau avec des traces de gaz (air) retenu malgré le vide dans la matière divisée. L'eau, condensée d'abord sur les parties froides du tube, est absorbée dans un tube à potasse fondue placé entre la pompe à mercure et le tube à expérience. La perte de poids éprouvée dans la déflagration donne donc l'eau combinée.

» Il reste un produit oxydé qui n'est plus catalytique, mais cependant facile à réduire par l'hydrogène au rouge naissant. La perte de poids qu'il éprouve dans ce gaz donne le poids de l'oxygène qu'il contient. Quant à la composition de l'alliage restant, on la détermine en la soumettant au rouge vif, dans un tube de porcelaine, à l'action d'un courant de gaz chlorhydrique qui enlève l'étain à l'état de chlorure. Le métal aggloméré et brillant reste dans la nacelle.

» Voici la composition de quelques-uns de ces alliages :

	(1).	(2).	(3).	(4).
Eau	5,0	4,0	0,6	5,4
Oxygène	4,7	5,2	2,2	6,0
Platine	47,2	76,2	31,8	50,5
Étain (p.d.)	43,1	14,6	65,4	38,1
	100,0	100,0	100,0	100,0

(1) Action de HCl concentré et froid sur les lamelles de l'alliage $PtSn^4$ durant vingt-quatre heures. L'alliage ($PtSn^4$) contient Pt = 29,5, Sn = 70,5.

(2) Action de HCl concentré à l'ébullition sur le même alliage.

(3) Alliage de 1 partie de platine et 10 parties d'étain, coulé dans l'eau et attaqué à froid par HCl étendu. Action incomplète ; on a analysé la partie fine détachée de la grenaille.

(4) Même alliage attaqué à chaud par l'acide chlorhydrique étendu.

	(5).	(6).
Eau	2,4	6,0
Oxygène	5,5	12,2
Rhodium	24,6	46,7
Étain (p.d.)	67,5	35,1
	100,0	100,0

	(7).
Eau, Oxygène	3,0
Iridium	50,4
Étain (p.d.)	46,6
	100,0

(5) Action prolongée de HCl à froid sur l'alliage $RhSn^3$ $\begin{cases} Rh = 22, \\ Sn^3 = 78. \end{cases}$

(6) Action de l'acide concentré à chaud.

(7) Action de HCl concentré à chaud. On n'a pas déterminé séparément l'oxygène et l'eau. L'alliage $IrSn^3$ contient Ir = 35,9; Sn^3 = 64,1.

» Le zinc, allié aux métaux de platine, donne, quand on l'attaque par l'acide chlorhydrique dilué, des résidus analogues ([1]), sans qu'on puisse par l'action ménagée de l'acide obtenir des alliages cristallisés, comparables à ceux de l'étain. Il se forme certainement des alliages de ces métaux avec le zinc; ils cristallisent dans la masse du métal, mais ils ne résistent pas à l'action de l'acide dilué.

» Voici la composition de quelques-uns de ces résidus, qu'on analyse comme ceux de l'étain :

	(1).		(2).		(3).	(4).	(5).
Eau.........	2,5	Eau..........	2,3	Eau.........	0,5	2,5	1,6
Oxygène.....	3,8	Oxygène......	3,9	Oxygène.....	2,2	1,8	2,1
Rhodium.....	60,9	Ruthénium...	80,1	Iridium.....	68,1	80,0	74,0
Zinc (p. d.)...	32,7	Zinc (p.d.)...	13,7	Zinc (p.d.)..	29,2	15,7	22,3
	100,0		100,0		100,0	100,0	100,0

(1) Action de HCl étendu et froid sur l'alliage contenant 6 pour 100 de rhodium.
(2) Action de HCl étendu et froid sur l'alliage contenant 6 pour 100 de ruthénium.
(3) Action de HCl étendu et froid sur l'alliage contenant 6 pour 100 d'iridium.
(4) Action prolongée de l'acide HCl concentré et froid sur l'alliage d'iridium.
(5) Action de l'acide étendu à chaud sur le résidu (3).

» Le résidu de platine et de zinc ne figure pas dans ce Tableau, parce qu'il ne retient pas d'oxygène et d'eau. Il ne déflagre pas non plus dans le vide comme les autres. Celui du rhodium déflagre avec une vivacité extrême. Je rappellerai aussi que ce résidu s'attaque presque intégralement par l'eau régale. C'est un mode de traitement du rhodium, que nous avons indiqué autrefois, H. Sainte-Claire Deville et moi, dans nos premières recherches sur les métaux du platine.

([1]) On a souvent pris les résidus laissés par le zinc tenant platine (ou métaux du groupe) pour un métal divisé. On a même indiqué autrefois ce moyen pour obtenir un noir de platine. La propriété catalytique de ce platine tenait probablement à ses impuretés, c'est-à-dire à la présence du rhodium ou de l'iridium; mais il se peut que du zinc impur, tenant des traces de platine, puisse donner un résidu de ce métal contenant de l'oxygène. En 1867, M. Bunsen, dans un beau travail sur le rhodium, fit remarquer le premier la déflagration des résidus contenant tous les métaux du platine; il en avait conclu que ces métaux pouvaient exister sous deux formes isomériques. En 1882 (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1557), j'ai montré que ce résidu complexe contenait une proportion notable de zinc et fait voir que l'alliage du platine et du zinc ne déflagrait pas comme les autres; mais je n'avais pas examiné davantage ces derniers, et je les croyais alors formés, comme celui du platine, par l'union de deux métaux seulement, zinc et métal précieux.

» Il faut nécessairement rapprocher de ces résidus ceux que donnent certains alliages des métaux du platine avec le plomb ou le cuivre, quand on dissout ces alliages dans l'acide azotique.

» J'ai montré ([1]) que l'alliage de rhodium et de plomb (1 partie de rhodium pour 5 parties de plomb au moins) s'attaquait facilement par l'acide azotique étendu en laissant un produit noirâtre explosible qui contient du rhodium, du plomb, de l'azote, de l'oxygène et de l'eau, la proportion des éléments volatils pouvant s'élever jusqu'à 17 pour 100. Ce produit se dissout intégralement à chaud dans l'acide sulfurique concentré, qui n'attaque point le rhodium quand il est pur.

» Le rhodium est le seul des métaux du platine dont l'alliage avec le plomb donne un résidu explosible, quand on l'attaque par l'acide azotique. On sait que le ruthénium et l'iridium y cristallisent, tandis que le platine s'unit au plomb et donne, par l'acide azotique, un résidu qui ne contient que les deux métaux. C'est principalement sur ces différences de propriétés que repose la méthode de séparation des métaux du platine.

» Avec les alliages du cuivre et des métaux du platine, l'action de l'acide azotique donne des réactions intéressantes.

» Le rhodium allié au cuivre se dissout intégralement dans l'acide azotique ([2]); les autres s'y dissolvent en quantité notable, mais ils laissent un résidu noirâtre explosif, qui contient du cuivre, de l'azote et de l'oxygène. Si l'on opère sur les alliages du cuivre avec l'iridium ou le ruthénium, on trouve, mélangé à ce résidu noirâtre, les métaux à l'état de poudre cristalline. Une partie du métal s'est donc dissoute dans le cuivre et y a cristallisé. On conçoit facilement la perturbation que la présence du cuivre apporte dans l'analyse des alliages des métaux de la série du platine.

» Je n'ai pas analysé en détail les résidus tirés des alliages du cuivre : ils ne paraissent pas avoir de composition constante, et d'ailleurs ils sont mélangés avec une proportion variable du métal, qu'on en sépare difficilement. Je me contente pour l'instant de signaler l'existence de ces produits explosifs, en faisant remarquer que des métaux autres que le cuivre et le plomb peuvent en fournir. Il y a tout lieu de penser que Faraday et Sto-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1195 (1880).

([2]) Le platine allié à l'argent se dissout partiellement dans l'acide azotique et intégralement quand l'argent contient en outre de l'or en quantité suffisante (30 parties d'argent ou plus, 1 partie de platine, 10 parties d'or). C'est un fait bien connu des essayeurs, que Vauquelin a constaté le premier.

dart, dans leurs recherches sur l'acier contenant des métaux du platine, ont obtenu des produits du même ordre en dissolvant ces aciers dans l'acide azotique. Le résidu de cette attaque était bien en effet une matière explosible, dégageant un produit azoté dans sa déflagration.

» Dans une prochaine Communication, j'essayerai d'interpréter ces divers phénomènes. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvel odographe à papier sans fin.* Note de M. **Marey**.

« Quand on cherche à déterminer avec précision les influences qui font varier la vitesse des allures de l'homme, on rencontre de grandes difficultés. Les officiers de l'armée ont maintes fois entrepris ces études, car il est pour eux du plus grand intérêt de connaître la vitesse qu'on peut obtenir du soldat suivant sa taille, sa structure, la charge qu'il porte, la cadence qu'on impose à son allure, etc.

» Il n'est pas moins utile de connaître l'effet des conditions extérieures sur la vitesse des allures. En effet, la nature du terrain, sa pente plus ou moins prononcée, son altitude, la sécheresse et l'humidité atmosphériques, la force et la direction du vent, tout cela modifie à des degrés divers la vitesse de la marche et celle de la course de l'homme.

» L'unique moyen dont on disposât autrefois était de mesurer, d'après les bornes kilométriques et hectométriques, le chemin parcouru et de compter avec la montre à secondes le temps employé à parcourir ce chemin. Il est clair que de telles mesures ne donnent que l'expression de la vitesse moyenne, sans tenir compte des variations passagères que l'allure a pu subir entre deux instants d'observation, sous maintes influences passagères elles-mêmes. Le plus haut degré de perfection auquel on puisse prétendre avec cette méthode consiste à multiplier beaucoup les mesures du chemin et du temps; encore ces fastidieuses mensurations entraînent-elles des chances d'erreur, à cause de la difficulté de faire exactement, d'une manière simultanée, l'estimation du chemin et celle du temps. Or, en pareil cas, la précision serait d'autant plus nécessaire, que les changements de vitesse dus à des causes passagères et portant sur de courtes durées sont nécessairement assez faibles.

» Au moyen d'une installation spéciale réalisée à la *Station physiologique*, j'ai réussi à inscrire automatiquement la vitesse d'un marcheur ou

d'un coureur sur une piste horizontale. Des signaux électriques, provoqués par le passage du marcheur devant les poteaux équidistants d'une ligne télégraphique, actionnaient un *odographe fixe* et traduisaient la vitesse de l'allure par une courbe diversement infléchie suivant les variations de la vitesse. Mais cette disposition s'appliquait à un genre d'études spécial; elle ne permettait pas de déterminer la vitesse de l'allure qui dépend de la nature du terrain, uni ou raboteux, ferme ou mouvant, ascendant ou descendant.

» L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie se prête à ces diverses déterminations. Il inscrit d'une manière continue les espaces parcourus en fonction du temps; je le désigne sous le nom d'*odographe à papier sans fin*. Dans cet instrument, une bande de papier défile avec une vitesse proportionnelle à celle des mouvements à inscrire, tandis qu'un style traceur est conduit par une horloge dans le sens perpendiculaire au mouvement du papier. Celui-ci, recouvert d'une couche à l'oxyde de zinc, est taillé en bande de 6^{cm} de largeur et emmagasiné sur une bobine d'où il se déroule pour être laminé entre deux cylindres dont l'un est entraîné par le moteur dont on veut inscrire le mouvement. La longueur de papier qui se lamine en un temps donné est ainsi proportionnelle à l'étendue du mouvement. En outre, la marche du papier est directe ou rétrograde, suivant le sens du mouvement communiqué au laminoir.

» Le temps est mesuré par le déplacement d'un style d'étain qu'entraîne un mouvement d'horlogerie. Pour rendre plus facile à lire et à mesurer les intervalles de temps, un peigne à dents d'étain trace automatiquement des lignes parallèles sur le papier qui se déroule; les intervalles, au nombre de six, qui séparent ces lignes, correspondent chacun à dix minutes. De cette façon, le déplacement horaire et uniforme du style, rectangulairement composé avec la translation plus ou moins rapide du papier, engendre les courbes les plus variées, exprimant à chaque instant la vitesse du mouvement inscrit, ses variations, ses changements de signe, ses arrêts.

» Avec cette disposition, il fallait, à la fin de chaque heure, quand le style avait parcouru la largeur de la bande, qu'il retournât au point de départ et se remît aussitôt en marche. Ces rétrogradations et les renclenchements qu'elles nécessitent présentaient, en pratique, des difficultés et s'accompagnaient de *temps perdus*. On a évité ces inconvénients en employant une série de styles conduits par une horloge sur un ruban sans fin qui tourne toujours dans le même sens. L'intervalle entre ces styles est

de 6 centimètres; de sorte que, à la fin de chaque heure, quand l'un d'eux a fini de tracer la bande de papier, le style suivant commence à tracer à son tour, et cela indéfiniment.

» Je n'insisterai pas sur la manière d'interpréter les courbes du nouvel odographe; elles se rapportent à deux coordonnées rectangulaires comme celles qu'Ibry a imaginées pour exprimer graphiquement la marche des trains sur les lignes de chemins de fer. La seule différence entre ces deux sortes de tracés, c'est que l'odographe, si on l'appliquait à inscrire la marche d'un train, donnerait la courbe expérimentale de cette marche particulière, toujours plus ou moins éloignée de la marche réglementaire.

» Pour inscrire les phases de la vitesse d'un homme, l'appareil a été disposé sur une sorte de brouette formée d'une roue légère munie de deux brancards. Le laminage du papier est rendu solidaire du mouvement de la roue qu'il reproduit en le réduisant à une échelle convenable.

» La nécessité de pousser devant soi l'instrument inscripteur serait un obstacle aux applications de cette méthode à la mesure des vitesses d'un homme lorsqu'il doit marcher ou courir librement, ou à celle d'un soldat qui porte ses armes. Aussi n'est-ce pas le sujet en expérience qui conduit l'appareil : c'est un autre individu qui l'accompagne et le suit à toutes allures. De cette façon, un marcheur conduisant l'odographe suffit pour retracer les phases de la vitesse de tout un groupe d'hommes soumis à des expériences diverses.

» Je n'insisterai pas sur les autres applications de l'odographe à papier sans fin; on conçoit qu'il se prête à l'inscription de la vitesse d'une machine quelconque, à celle des cours d'eau ou des mouvements de l'air. La longue durée et la précision de la marche de cet instrument le rendent susceptible d'applications très variées. »

CHIMIE. — *Fluorescence rouge de la galline chromifère.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Le 7 février dernier (1), j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie que la galline chromifère donne une belle fluorescence rouge dans les tubes au vide; je n'obtenais toutefois alors qu'une bande dépourvue de raies distinctes.

(1) *Comptes rendus*, 7 février 1887, p. 333.

» Je suis maintenant parvenu à observer une raie linéaire très nette, qui est évidemment l'homologue des fortes raies étroites de l'alumine chromée et du spinelle.

» Cette raie de $Ga^2O^3 + Cr$ s'affaiblit très rapidement par l'échauffement que la matière subit sous l'action de l'effluve électrique : c'est ce qui m'avait empêché de la voir.

» En faisant passer le courant de la bobine pendant un temps très court, la raie se distingue très facilement ; sa position *approchée* est $\lambda = 689,7$ à $689,8$ environ. Le centre de la bande, déterminée dans les limites d'exactitude que comportent de semblables mesures, occupe la position $\lambda = 661,9$. La bande, très nébuleuse sur ses bords, couvre un espace de 108 à 118 λ *environ*, suivant l'intensité de la lumière. »

Sur la demande de la Commission chargée de juger le concours du prix extraordinaire de six mille francs (destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales), M. Sarrau est adjoint à cette Commission.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, en remplacement de M. *Janssen*, appelé à remplir les fonctions de Président par suite du décès de M. *Gosselin*. Le choix doit être fait dans l'une des Sections de Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 62,

M. Hervé Mangon	obtient . . .	35 suffrages
M. Des Cloizeaux	» . . .	25 »
M. de Lacaze-Duthiers	» . . .	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Hervé Mangon**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président jusqu'au 1er janvier 1889.

MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. — *Le filage de l'huile*. Note de M. l'amiral **Cloué**.

« L'Académie a déjà entendu plusieurs Communications relatives à l'action de l'huile répandue sur la mer dans le but de diminuer le dangereux effet des grosses lames, en supprimant le brisant qui les couronne. C'est ce que nos marins appellent le *filage de l'huile*.

» Depuis la dernière Communication, qui a eu lieu dans la séance du 2 janvier 1883, les expériences se sont multipliées, grâce au zèle déployé par le Bureau hydrographique de Washington; et j'ai pu réunir les rapports de 200 de ces expériences faites, soit à bord des navires de long cours, soit avec des canaux de sauvetage, ou enfin à l'entrée des divers ports d'Angleterre et d'Écosse.

» Après avoir fait une étude très attentive de tous ces rapports, je ne crains pas de déclarer que la question me paraît résolue; je crois donc nécessaire de donner la plus grande publicité aux résultats obtenus, afin que ce moyen de salut se généralise et qu'on travaille à le perfectionner.

» C'est parce que cette importante question est trop négligée en France que j'ai réclamé l'honneur d'en entretenir l'Académie.

» Le moyen le plus généralement employé à bord des bâtiments pour répandre l'huile consiste en un sac de forte toile à voile, d'une capacité d'environ 10^{lit}, que l'on remplit d'étoupe saturée d'huile; on complète en versant de l'huile par-dessus l'étoupe et, le sac étant fermé solidement, on perce son fond de plusieurs trous avec une aiguille à voiles.

» Vent arrière, fuyant devant le temps, alors que la mer semble toujours prête à ensevelir le navire, on place un de ces sacs à la traîne à chaque angle de la poupe, ou un peu plus de l'avant.

» Plusieurs capitaines ont préféré suspendre les sacs à l'avant, à chaque bossoir, parce que le navire, en plongeant et repoussant la mer, étend la tache d'huile et élargit ainsi le chemin uni où les brisants sont supprimés.

» On a aussi employé avec succès le moyen suivant : on remplit d'étoupe saturée d'huile la cuvette de la poulaine de l'avant de chaque bord, et l'on verse de l'huile par-dessus, ou bien on place sur la cuvette un baril d'huile percé d'un petit trou.

» Si le navire est à la cape, on suspend un des sacs décrits ci-dessus au

bossoir du vent et d'autres sacs le long du bord, de 10^{m} en 10^{m} à peu près, de manière qu'ils touchent l'eau au roulis. Plusieurs capitaines ont placé les sacs à l'avant, sous le vent, et s'en sont bien trouvés, la dérive du navire ne tardant pas à faire passer l'huile au vent.

» Il est arrivé à plusieurs bâtiments de pouvoir utiliser le filage de l'huile avec vent de la hanche et même vent du travers, ce qui leur a procuré le grand avantage de faire de la route, au lieu de perdre du temps en restant à la cape.

» Depuis plusieurs années, les canots de sauvetage de l'Australie sont exercés à franchir les récifs pendant le mauvais temps, à l'aide de l'huile qu'ils répandent. Ils le font sans courir aucun danger et sans embarquer une goutte d'eau; l'huile trace au milieu des brisants comme un chemin uni, de chaque côté duquel les lames déferlent avec violence.

» Des sauvetages d'équipages en détresse ont été effectués à la mer pendant un coup de vent par des embarcations très petites, sans qu'elles aient couru aucun danger, les deux navires étant en panne très près l'un de l'autre, l'huile répandue par celui qui était sous le vent avait fait entre eux une large nappe unie, offrant toute sécurité aux canots.

» Plusieurs embarcations chargées de monde, provenant de navires abandonnés, coulant bas d'eau, ou incendiés, n'ont dû leur salut qu'à l'emploi de l'huile qu'on avait eu la précaution d'y embarquer.

» Tous les Rapports signalent la *merveilleuse rapidité* avec laquelle l'huile se répand sur la mer, et un grand nombre de capitaines proclament hautement que le salut de leur navire n'est dû qu'à l'emploi qu'ils ont fait de l'huile pour combattre les brisants.

» Toutes les variétés d'huile ont été mises en usage avec des succès divers; on a même employé les graisses fondues des cuisines et le vernis ordinaire. Cependant, les huiles de poissons et, en particulier, celles de phoques et de marsouins ont été reconnues supérieures. Les huiles minérales ont été trouvées trop légères, quoiqu'elles aient donné souvent de bons résultats; enfin, certaines huiles végétales, telles que l'huile de coco, se figent trop vite dans les latitudes froides.

» L'huile n'est pénétrable ni par l'air ni par l'eau, et la cohésion de ses molécules est telle qu'on ne peut la transformer en pluie. Le vent n'a aucune prise sur elle, et c'est sans doute ce qui cause sa merveilleuse facilité d'expansion et ce qui fait que, si mince que soit une couche d'huile, elle empêche le vent d'agir sur la surface de la mer qu'elle recouvre.

» Il est d'autres matières qui jouissent, quoique à un degré moindre, il

est vrai, de cette propriété de l'huile, d'opposer un obstacle sérieux à la désagrégation des particules du liquide marin, sous l'influence du vent, et, par conséquent, d'empêcher la formation du brisant. Tous les détritus divers rejetés des navires et provenant des cuisines ou des machines, tous les corps flottant en masse compacte, à la surface de la mer ou très près de sa surface, produisent le même résultat.

» Je l'ai constaté en traversant un banc de harengs, à fleur d'eau, d'environ 1 mille de diamètre. Il ventait assez fort; la mer brisait tout autour, mais nullement au-dessus du banc de poissons. Une autre fois, en traversant un assez large espace couvert de menus morceaux de glace serrés entre eux et provenant de la rupture d'un énorme *ice-berg* échoué par 60^{m} d'eau, j'ai trouvé la mer très belle au milieu de cette sorte de crème, tandis qu'elle était blanche d'écume partout ailleurs.

» Parmi les 200 observations dont j'ai les rapports, 30 seulement ont noté la consommation d'huile faite dans un temps déterminé. La dépense moyenne de 17 navires fuyant vent arrière a été de $1^{lit},83$ d'huile par heure, et celle de 11 navires à la cape a été de $2^{lit},70$; enfin, 2 canots de sauvetage ont dépensé $2^{lit},75$ d'huile par heure.

» La moyenne générale de la consommation par heure est de $2^{lit},20$, et 14 navires n'ont pas dépensé plus de $0^{lit},66$ d'huile par heure.

» Si l'on se représente un navire fuyant vent arrière avec une vitesse de 10 nœuds, parcourant ainsi 18520^{m} en une heure, et couvrant d'huile cette longueur sur une largeur de 10^{m}, avec $2^{lit},20$ d'huile seulement; et si l'on remarque que 1^{lit} d'huile représente cent tranches de 1^{dmq} chacune sur 1^{mm} d'épaisseur, on arrive à reconnaître que l'épaisseur de cette longue couche d'huile est d'une fraction de millimètre si infime que cela dépasse tout ce qu'on peut imaginer.

» Nous trouvons, en effet, que cette épaisseur est de $\frac{1}{90000}$ de millimètre. J'ose à peine énoncer ce chiffre, tant il est extraordinaire; il donne une valeur bien imprévue à la vieille locution si souvent employée : « Cela fait » comme la tache d'huile. »

» Si l'on compare la dépense produite par le filage de l'huile à la valeur du matériel préservé, et surtout si l'on fait entrer la vie des hommes en ligne de compte, on voit qu'il n'y a pas à hésiter, et que désormais le filage de l'huile s'impose à tout navire qne les lames menacent d'envahir. D'ailleurs, la dépense d'huile faite dans ces circonstances est aujourd'hui considérée comme « avarie grosse » par les assureurs, qui en remboursent le montant.

» Il est donc maintenant parfaitement démontré qu'on peut se garantir des effets désastreux de la grosse mer en employant l'huile avec intelligence. Les lames menaçantes, au lieu de déferler, viennent mourir au bord de la nappe d'huile, et la houle seule, sans aucun brisant, vient soulever le bâtiment. Il n'y a plus aujourd'hui qu'à perfectionner le mode d'emploi selon les divers besoins, et nous ne doutons pas que l'on n'arrive bientôt à des méthodes aussi pratiques qu'économiques.

» Aussi nous espérons que le Ministre de la Marine, les Chambres de commerce et les Sociétés de sauvetage s'efforceront de propager le filage de l'huile et d'encourager son perfectionnement. »

CHIRURGIE. — *Sur la nature et la valeur des progrès récents dans les amputations des membres.* Note de M. **Trélat**.

« La mesure des progrès réalisés dans la cure des opérations chirurgicales prend un caractère de réelle précision lorsqu'elle porte sur un ensemble d'opérations comparables, faites par le même chirurgien, dans une période de temps suffisamment longue ou dans des périodes successives et équivalentes.

» J'ai fait cette étude pour les grandes amputations des membres que j'ai pratiquées depuis le mois de novembre 1880 jusqu'à ce jour, c'est-à-dire pendant six ans et demi, tant à l'hôpital Necker qu'à l'hôpital de la Charité. Par grandes amputations, j'entends celles du bras, de l'avant-bras, de la cuisse et de la jambe. Elles sont au nombre de 52, chiffre bien suffisant, et, parmi elles, les amputations de cuisse et de jambe, les plus graves de toutes, comptent pour 42 : cuisses 22, jambes 20.

» On connaît les anciens chiffres de mortalité de nos hôpitaux de 1836 à 1870. Suivant les périodes, ils étaient pour la cuisse de 62, 53, 67 pour 100; pour la jambe, de 55, 44, 61 pour 100; pour le bras, de 45, 42, 54 pour 100; pour l'avant-bras, de 28, 36, 33 pour 100.

» Mais, en 1880, les méthodes antiseptiques, qui sont toujours en progrès et en évolution, ont déjà porté leurs fruits. Pour ma période entière, nous avons :

	Opérés.	Morts.	Proportion pour 100.
Cuisse..........	22	4	18,1
Jambe..........	20	3	15
Bras...........	6	0	0
Avant-bras......	4	1	25
	52	8	15,3

» Ces chiffres se passent de commentaires.

» L'antisepsie chirurgicale n'est pas un dogme qui s'exprime en une formule étroite et immuable : c'est l'application sans cesse perfectionnée d'une large et simple doctrine scientifique, la doctrine microbienne, dont l'Académie des Sciences a été le berceau et le foyer toujours entretenu par son illustre auteur. La doctrine est une; ses applications varient suivant les moyens nouveaux que nous fournissent les sciences et l'industrie. Opéré, opérateur et aides, salles d'opération, substances des pansements, liquides de lavage, éponges et succédanés, propreté des instruments, tubes à drainage, fils à ligatures et à suture, tout a été soumis à revision et à purification. C'est ainsi que le progrès s'est accompli en marquant ses étapes successives.

» Mes 52 amputations se partagent en deux périodes un peu inégales de durée, mais à peu près semblables quant aux nombres. A l'hôpital Necker, j'ai fait en quatre ans 27 grandes amputations; à la Charité, j'en ai fait 25 en deux ans et demi. A Necker, la mortalité est encore trop forte : je perds un amputé sur quatre. A la Charité, avec une antisepsie patiemment améliorée dans tous ses détails, je n'en perds plus qu'un sur vingt-cinq !

» Voici les chiffres de ces deux périodes :

Necker, de novembre 1880 *à août* 1884.

	Opérés.	Morts.	Proportion pour 100.
Cuisse	12	3	25
Jambe	10	3	30
Bras	3	0	0
Avant-bras	2	1	50
	27	7	25,9

Charité, de novembre 1884 *à juin* 1887.

	Opérés.	Morts.	Proportion pour 100.
Cuisse	10	1	10
Jambe	10	0	0
Bras	3	0	
Avant-bras	2	0	
	25	1	4

» L'unique opéré que j'aie perdu était une malheureuse femme tombée d'un quatrième étage avec fractures multiples et compliquées des deux jambes, du coude gauche, contusions de la poitrine et du ventre.

» Il n'y a nulle part, à ma connaissance, de résultats supérieurs à ceux que j'ai obtenus à la Charité.

» Ces guérisons fréquentes sont en même temps plus simples et beaucoup plus rapides qu'autrefois. Elles se présentent comme un processus physiologique normal réduit à ses actes élémentaires. La suppuration n'est plus une conséquence de la plaie : elle résulte d'une contagion septique primitive ou secondaire. Les faits positifs ou négatifs renforcent chaque jour cette démonstration. Dès lors nous savons où et comment il faut combattre cette fâcheuse complication, quand elle se présente.

» Dans ces conditions, on voit les plaies larges et complexes des amputations qui, autrefois, n'atteignaient la guérison qu'en deux et trois mois à travers de dangereuses péripéties, on voit ces plaies guérir fréquemment en douze ou quatorze jours et quelquefois moins. L'un de mes derniers opérés, atteint de tuberculose pulmonaire au début et amputé de la cuisse en février dernier pour une tumeur blanche du genou, était guéri le huitième jour.

» Cette rapidité de la guérison comporte une succession d'actes physiologiques qui s'accomplit sans souffrance ni trouble et produit ce que les chirurgiens nomment depuis longtemps *réunion immédiate* ou *primitive*.

» C'est une véritable fusion organique entre les parties affrontées. Grâce à elle, les moignons d'amputation sont soustraits à une série d'accidents qui, pour ne pas être mortels, n'en étaient pas moins fort graves. Conicité, adhérences vicieuses, déformations, névrites à conséquences prochaines ou lointaines, tout cela est évité par la réunion primitive.

» Il y a plus : les procédés opératoires qui, pour les amputations, varient surtout par la forme des sections ou des chairs conservées, formes circulaire, ovalaire, à lambeaux variés, ces procédés avaient perdu toute importance à l'époque des lentes guérisons avec suppuration. Les plus habiles exécutions chirurgicales étaient déjouées par les déformations cicatricielles. Il n'en est plus de même aujourd'hui et, sous l'empire de la réunion immédiate, les chirurgiens se préoccupent à bon droit de constituer, par leurs procédés opératoires, des moignons souples, indolents, solides, bien pourvus de chairs et propres en somme aux fonctions diverses de la portion de membre conservée.

» La guérison sous un seul pansement est le rêve de la Chirurgie opératoire. Elle est très fréquemment obtenue pour un grand nombre de petites opérations, pour certaines opérations abdominales importantes, pour des ostéotomies d'os volumineux comme le fémur ou le tibia. Elle

paraissait naguère impossible à atteindre pour les amputations; mais, malgré les dissidences et la variation des pratiques individuelles, nous en approchons chaque jour davantage. Il n'est pas rare de voir la guérison accomplie sous deux pansements : l'un de suite après l'opération, l'autre cinq ou six jours plus tard, ce dernier restant en place huit jours, époque où la guérison est achevée. C'est ainsi que se sont comportés trois de mes amputés de cuisse de cette année. J'ai le ferme espoir que nous arriverons au pansement unique; mais il faut encore pour cela quelques perfectionnements techniques pour les moyens d'union et de drainage de la plaie. L'évolution progressive est si rapide qu'elle ne peut manquer de nous donner cette solution.

» Les chirurgiens qui ont été nos maîtres observaient des séries heureuses et des séries malheureuses à la suite de leurs opérations. Malgaigne en avait vainement cherché la cause. Nous savons aujourd'hui qu'elles s'expliquent par des épidémies de contagion. Nous nous sommes rendus maîtres de ces épidémies, qui reparaîtraient au moindre défaut de vigilance. L'an passé, sous l'influence d'un encombrement excessif de mon service, trois de mes malades ont été atteints de pourriture d'hôpital, de pyohémie et de phlegmon diffus. Tous trois ont guéri, mais le premier a dû être amputé de la cuisse, le second a été malade six mois, le troisième a mis trois mois à guérir des nombreuses incisions faites à son membre inférieur.

» En dehors de ces graves complications, certaines conditions que nous ne pouvons éluder chez nos opérés entravent la marche de la guérison physiologique. Nous apprenons même par des observations précises comme des expériences de laboratoire quelles sont au juste ces conditions. Nous savons que les septicémies, les affections septiques localisées : phlegmons, lymphangites, le voisinage d'abcès ou de fistules mal guéris font échouer en totalité ou en partie les réunions primitives et les rendent plus ou moins dangereuses. Il faut alors s'abstenir et faire appel à un autre mode de cure des plaies opératoires. De ces observations réitérées résultent des règles où le caractère scientifique, c'est-à-dire la fixité, se substitue à l'art qui repose sur les aptitudes individuelles toujours variables.

» J'arrête ici cet exposé succinct de ma pratique personnelle et des déductions qu'elle m'a suggérées sur les amputations des membres. Nos progrès peuvent être évalués en nombres : nous avons doublé le chiffre de nos guérisons; nous en avons accru la valeur individuelle, en les rendant cinq fois plus rapides. Je tenais à énoncer ces faits majeurs devant l'Académie des Sciences. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'état larvaire des Helminthes nématodes parasites du genre Ascaride.* Note de M. **Alexandre Laboulbène.**

« Les recherches modernes ont fait connaître les transformations de beaucoup d'Helminthes parasites, ainsi que les migrations si curieuses d'un grand nombre d'espèces, depuis l'œuf jusqu'à l'état de développement de plus en plus complet et sexué. Elles tendent à faire admettre chez les vers qui ne sont pas encore suffisamment étudiés, tantôt une génération alternante, hétérogonie, dimorphobiose, tantôt le passage par un hôte intermédiaire. C'est ainsi que, récemment, von Listow, adoptant les idées de Leuckart, a émis l'opinion que les œufs de l'Ascaride ordinaire (*Ascaris lumbricoides*), sortis de l'intestin, sont avalés par un Myriapode chilognathe, le *Blaniulus guttulatus*, dans les organes duquel l'embryon de l'Ascaride irait s'enkyster; puis la larve attendrait les conditions favorables pour revenir dans le corps de l'homme ou d'un autre animal.

» Mais cette manière de voir ne saurait être admise; il existe pour l'Ascaride ordinaire un développement direct, et je viens soumettre à l'Académie des faits qui ne me paraissent pas laisser prise au doute.

» On sait que les œufs ellipsoïdes de l'*Ascaris lumbricoides*, à coque lisse, entourée d'une couche molle, gélatiniforme, à contours sinués, sont évacués sans avoir éprouvé aucune segmentation. Ils ne peuvent donc jamais éclore dans l'intestin où ils ont été pondus par la femelle du ver. Les observations directes, aussi bien que les expériences faites pour hâter le développement de ces œufs, montrent que la segmentation totale et la formation de l'embryon ont lieu vers trente ou quarante jours avec les circonstances favorables d'élévation de température, tandis qu'elles peuvent être retardées pendant cinq années (Davaine) dans un milieu simplement humide, à température basse. D'autre part, l'embryon qui apparaît enroulé dans l'œuf, après l'échancrure de la masse segmentée ou *morula*, est pourvu d'une tête obtuse, sans lèvres, valves ou nodules céphaliques, avec une queue non effilée, mais simplement aiguë.

» Cet embryon nématoïde, à développement plutôt lent que rapide, quitte la coque de l'œuf, parfois dans l'estomac, plus souvent dans l'intestin grêle de l'animal chez lequel il a pu parvenir. La coque est seulement ramollie, mais non dissoute par le suc gastro-intestinal; j'ai vu avec

Davaine l'embryon de l'Ascaride de l'homme s'échapper de sa coque dans l'intestin du rat qui l'avait ingérée avec du lait. Ercolani et Vella ont constaté l'éclosion des œufs de l'Ascaride du cheval dans le poumon du chien où ils avaient été introduits. Que deviennent ces embryons sortis de l'œuf à la température de l'hôte? Ils passent rapidement par une phase larvaire.

» Les larves d'Ascaride n'ont été vues que très rarement d'une manière directe chez l'homme et les animaux. Heller a rencontré, à Kiel, dans l'intestin grêle d'un aliéné, dix-huit petits Ascarides lombricoïdes variant de longueur entre $2^{mm},75$ et 13^{mm}; la tête présentait déjà trois nodules, mais le sexe n'était pas distinct. Grassi a remarqué, en janvier, à Milan, un petit ver de 15^{mm}. Laënnec signale chez un enfant des Ascarides de 6 lignes à 5 pouces (18^{mm} à 180^{mm}). Vix a trouvé un ver long de 20^{mm}, large de $0^{mm},5$. Kuchenmeister expulsa lui-même un individu non arrivé à l'état sexué, ayant de 40^{mm} à 50^{mm}. Leuckart décrit deux vers Ascarides de petite taille, l'un de 49^{mm}, l'autre de 85^{mm}.

» Le nombre restreint d'Ascarides larvaires constatés tient à ce que le parasite doit acquérir très vite sa taille définitive. J'ai observé deux fois l'Ascaride lombricoïde à l'état de larve. Une première fois, au mois de novembre. Le ver, rendu par un homme, était filiforme, long de $20^{mm},4$ et large d'environ $0^{mm},5$ au milieu; la tête pourvue de trois saillies valvulaires, noduleuses, l'extrémité caudale longuement tronquée en dessous, à partir de l'orifice anal, sans organes génitaux apparents. Une deuxième fois, j'ai recueilli dans l'intestin grêle quatre petits vers dont les dimensions exactes étaient : 2^{mm}, $3^{mm},25$ et 1^{cm}, $2^{cm},30$. Je dois noter soigneusement que le premier indiqué est le plus petit Ascaride humain qui ait encore été signalé. Tous ces vers montraient à l'extrémité céphalique l'aspect de trois saillies disposées en feuille de trèfle; la portion terminale du corps était tronquée en dessous.

» Le développement de l'Ascaride lombricoïde est par conséquent direct, l'œuf segmenté donnant issue dans le corps de l'hôte définitif à l'embryon qui arrive très vite à l'état larvaire et aussi très rapidement à l'état sexué. Les expériences de Grassi démontrent que des œufs mûrs étant avalés ont pu fournir dans les fèces des Ascarides sexués au bout d'un mois. La constatation par Leuckart d'embryons d'*Ascaris mystax* dans l'estomac du chat, embryons longs de $0^{mm},4$ pourvus d'une dent perforante de la coque, puis de larves dans l'intestin du même animal, longues

de $2^{mm},8$, avec les trois nodules labiaux, vient encore prouver, à mon avis, le passage rapide, presque immédiat, de l'embryon à l'état larvaire sans aucun hôte intermédiaire entre eux.

» Les œufs d'Ascaride, sortis avec les matières alvines, sont déposés sur la terre et entraînés par les pluies; ils vont alors dans les ruisseaux et les mares. Les arrosements peuvent les déposer sur les plantes alimentaires, l'évaporation des flaques d'eau permet leur conservation dans les terrains humides. Les animaux qui se vautrent, tels que le chien, conservent dans leur pelage des œufs d'*Ascaris marginata*, ainsi que je l'ai constaté; les petits qui lèchent leur mère avalent ces œufs et offrent un développement direct aux vers nématoïdes, développement qui serait inexplicable sans la connaissance de ces faits.

» L'eau est le véhicule ordinaire des œufs d'Ascaride, pour l'homme et beaucoup d'animaux; aussi, pour empêcher l'introduction des germes d'Helminthes chez ces derniers, il faut leur donner de l'eau pure autant que possible. L'usage de plus en plus répandu des fontaines filtrantes, qui laissent passer l'eau et non les œufs, explique la rareté croissante de l'Ascaride lombricoïde dans les villes, tandis que ce ver est commun à la campagne où l'on boit l'eau non filtrée. Le rôle de l'eau propageant les maladies parasitaires et infectieuses s'affirme de plus en plus en Médecine comme en Hygiène rurale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. de Montgrand demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui et dont l'Académie a accepté le dépôt dans la séance du 9 mai dernier.

Ce pli, inscrit sous le n° 4169, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Il contient un Mémoire intitulé : « Transmission mécanique de la chaleur d'un volume d'air à un autre ».

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de MM. Fizeau et Cornu.

M. Aug. Thouvenin soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Marées et courants, expliqués par la force centrifuge et la gravitation ».

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

Un **Anonyme**, dont le nom est renfermé dans un pli cacheté, adresse, pour les concours des prix que l'Académie décerne, un Mémoire sur la vision, portant pour épigraphe : « Il ne faut, en aucun cas, admettre une vérité sans raison suffisante, etc. ».

Ce Mémoire sera soumis à l'examen d'une Commission qui sera désignée ultérieurement.

M. **Ch. Brame** adresse un Mémoire portant pour titre : « Sur l'aspect des trois faces d'un prisme triangulaire, posé horizontalement ou légèrement incliné et recevant la lumière du jour ou une lumière artificielle, et sur différents effets que ces faces produisent ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **de Dechen**, élu Correspondant dans la Section de Minéralogie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **F. Guyon** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par suite du décès de M. *Gosselin*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **U. Trélat** adresse à l'Académie la même demande.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance ;

1° Le Tome II du « Cours de Chimie » de M. *Arm. Gautier*. (Présenté par M. Friedel).

2° Une brochure de M. *Charles Henry*, portant pour titre : « Introduction à la Chymie. Manuscrit inédit de Diderot ».

ASTRONOMIE. — *Sur la densité de la voûte céleste par rapport aux points radiants*. Note de M. **Alexis de Tillo**.

« Ayant fait la répartition des points radiants d'après leurs ascensions droites et leurs déclinaisons, je suis parvenu à des résultats que je trouve assez importants pour être signalés à l'Académie.

» 1. Le nombre total des points radiants contenus dans le Catalogue général dont je me suis servi est égal à

1490.

» En me bornant à l'hémisphère boréal ce nombre sera

1315.

» D'après leurs ascensions droites tous ces radiants sont répartis comme suit :

Régions.	Ascensions droites.	Nombre de radiants.
I	Entre 0° et 90°	392
II	Entre 90 et 180	259
III	Entre 180 et 270	302
IV	Entre 270 et 360	362

» La région II est la moins dense, puis successivement la densité augmente dans les régions III et IV, et c'est la région I qui possède le plus grand nombre de radiants. Or, la voie lactée de l'hémisphère boréal se trouve à peu près exclusivement dans les régions I et IV.

» Pour ces deux régions la somme des points radiants est égale à

754,

tandis que pour les deux autres régions qui ne contiennent qu'une très faible partie de la voie lactée, le nombre total des radiants n'est que de

561.

» Il résulte que les régions du ciel traversées par la voie lactée ont une densité météorique sensiblement plus grande que les régions presque privées de cette voie.

» Est-ce effectivement l'effet de la voie lactée elle-même ou bien n'est-ce que la suite de ce que l'apex se trouve pendant la seconde moitié de l'année

au-dessus de l'équateur céleste en même temps que l'antihélion traverse les ascensions droites de 270° à 360° et de 0° à 90°, c'est-à-dire les régions IV et I ([1])?

» Cette importante question sera d'autant plus difficile à résoudre que dans l'hémisphère austral les deux circonstances susmentionnées (voie lactée et apex) seront réunies de la même manière.

» 2. Un autre résultat qui me paraît digne d'attention se rapporte à la *durée moyenne* du fonctionnement d'un point radiant.

» En enregistrant le nombre de jours du fonctionnement des 1315 points radiants, j'ai trouvé les sommes suivantes :

» Les 392 points radiants de la région I ont fonctionné pendant un nombre total de 7569 jours. La durée moyenne d'un point radiant de la région I est donc de

$$19^{j},3.$$

Voici les nombres pour les quatre régions :

	Nombre de points radiants.	Nombre de jours.	Durée moyenne.
I	392	7569	$19^{j},3$
II	259	4906	18,9
III	302	4261	14,1
IV	362	5885	16,2

» Il est évident que les radiants compris dans les régions I et II ont une durée moyenne de

$$19^{j},1,$$

qui est sensiblement plus grande que la durée moyenne des points radiants des régions III et IV, qui est égale à

$$15^{j},1.$$

» Cette différence s'explique facilement par le fait que l'antihélion traverse les régions comprises entre zéro et 180° d'ascension droite quand le Soleil lui-même se trouve au-dessous de l'équateur céleste, et *vice versa*, pour les deux autres régions.

([1]) M. A. Svedstrup a trouvé que la plupart des comètes ont leurs périhélies dans la voie lactée (*Astronomische Nachrichten*, n° 2552, Kiel; 1884).

» Pour la durée moyenne du fonctionnement d'un radiant de l'hémisphère boréal nous aurons donc

$$17^j.$$

» Ce résultat prouve, selon mon avis, que la plus grande partie des points radiants consignés dans nos Catalogues n'appartiennent pas à des essaims de météores distincts.

» Le chiffre de 17 jours montre la durée optique d'un point radiant.

» 3. D'après les déclinaisons, les nombres de radiants et les nombres de jours de leur fonctionnement se répartissent comme suit :

Déclinaison.	Nombre de points radiants.	Nombre de jours de fonctionnement.
0°-30° N	443	7920^j
30-60 N	565	9735
60-90	307	4966
Total	1315	22621

» En tenant compte de la superficie respective des différentes zones, j'ai calculé le nombre de points radiants et le nombre de jours de fonctionnement des essaims de météores sur une surface égale à 10° carrés de la sphère céleste.

» Sur une surface de 10° carrés du ciel :

Déclinaison.	Nombre de points radiants.	Nombre de jours de fonctionnement.
0°-30° N	0,43	8
30-60 N	0,75	13
60-90 N	1,12	18
Densité moyenne pour tout l'hémisphère boréal	0,65	11

» On peut donc conclure que la densité des essaims de météores augmente avec la déclinaison.

» Je considère que c'est la Lune qui diminue sensiblement la fréquence des points radiants dans les zones équatoriales.

» En général, sur chaque 15° carrés du ciel, on a observé un point radiant par an, et sur chaque degré carré du ciel on a vu des essaims de météores fonctionnant un peu plus d'un jour par an.

» La durée moyenne du fonctionnement d'un point radiant reste à peu près la même dans les zones de différentes déclinaisons, pourtant en augmentant un peu avec la diminution de la déclinaison, comme on peut le voir par les résultats consignés dans ce Tableau.

Déclinaisons.	Moyennes du nombre de jours de fonctionnement d'un point radiant.
0°-30° N	17,9
30-60 N	17,2
60-90 N	16,2

» 4. En ce qui concerne la répartition des points radiants par rapport à la position du Soleil, je puis dire que la région de l'apex est en général moins dense que celle de l'antithélion.

» Ayant distribué tous les points radiants ainsi que les nombres de jours de leur fonctionnement d'après six régions dont chaque région contient 60° d'ascension droite, j'ai trouvé en pour 100 de la somme totale ce qui suit :

Ascensions droites comptées à partir du hélion.	Régions par rapport au Soleil.	Nombre de points radiants pour 100.
0°- 60°	1 Hélion	2
60-120	2	5
	Anti-apex (entre 2 et 3 r.)	
120-180	3	19
180-240	4 Antihélion	36
240-300	5	29
	Apex (entre 5 et 6 r.)	
300-360	6	9

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la figure des planètes.* Mémoire de M. **O. Callandreau**, présenté par M. Tisserand. (Extrait par l'auteur.)

« Le résultat de ce travail a été d'obtenir les expressions des deux constantes $\frac{C-A}{M}$ et $\frac{C-A}{C}$, où A et C désignent à l'ordinaire les moments d'inertie principaux d'une planète supposée de révolution et M sa masse, au moyen des seules données superficielles; c'est ainsi qu'en ne tenant

compte que des termes du premier ordre, les deux constantes dont il s'agit s'expriment au moyen de l'aplatissement à la surface et du rapport de la force centrifuge à la pesanteur sous l'équateur. Le fait est connu depuis Clairaut pour la première constante, qui n'est autre que le coefficient de $\frac{1}{r^3}$ dans le développement en série du potentiel de la planète. D'une manière générale et rigoureuse, on peut dire que le potentiel d'une planète sur un point extérieur ne dépend pas de la constitution interne. Ce beau résultat, indiqué pour la première fois, je crois, par M. Airy, dans un Mémoire sur la *Théorie de la figure de la Terre* (*Transactions philosophiques* pour 1826), a été retrouvé et généralisé en 1849 par M. Stokes. M. Poincaré en a donné récemment une démonstration élégante dans son Cours de Physique mathématique à la Sorbonne.

» C'est grâce aux recherches de M. Tisserand et à celles qui ont suivi, parmi lesquelles je dois mentionner un beau travail de M. Radau (*Bulletin astronomique*, 1885), que le second résultat, je veux dire l'expression de la seconde constante au moyen des données superficielles, a été mis en lumière. D'Alembert, le premier, a parlé de la dépendance entre la figure de la Terre et la précession des équinoxes (*Recherches sur différents points importants du système du monde*, t. II, p. 201). Bien des auteurs sont revenus depuis sur le même sujet. On doit, en dernier lieu, à M. Roche d'avoir appelé l'attention sur ce fait que les principales lois de densités à l'intérieur de l'ellipsoïde terrestre supposé fluide conduisaient à une même valeur de l'aplatissement, laquelle diffère un peu de la valeur observée.

» J'ai cru utile de pousser les approximations jusqu'aux termes du second ordre, et le résultat des calculs a été que les deux constantes s'expriment à ce degré d'approximation, largement suffisant dans la pratique, au moyen des seules données superficielles.

» Quand on tient compte des termes du second ordre, la figure d'équilibre n'est plus rigoureusement un ellipsoïde de révolution ; la surface ellipsoïdale est alors légèrement *déprimée* vers la latitude de 45°, mais d'une quantité extrêmement faible, puisque, dans le cas de la Terre, la dépression ne saurait atteindre 7^{m}.

» Mon travail était terminé quand j'ai eu connaissance du beau Mémoire de M. Airy, cité plus haut. L'illustre auteur complète la théorie de la figure de la Terre en tenant compte des termes du second ordre, et discute les mesures géodésiques ainsi que les observations du pendule alors connues. Les équations fondamentales de M. Airy concordent avec

les miennes ; mais, grâce à l'introduction de certaines variables, j'ai pu pousser les discussions plus loin.

» Une remarque, en terminant, sur la portée de la théorie de la figure des planètes, conçue d'après les idées de Clairaut. Il ne semble pas qu'on soit en droit, *a priori*, de compter sur un accord complet entre la valeur actuelle observée de l'aplatissement terrestre et la valeur théorique, les données actuelles pouvant être bien différentes, on le conçoit, de celles qui répondaient à l'état fluide. Toutefois, l'erreur relative est faible, $\frac{1}{50}$ environ, et on a lieu de penser que, pour les autres planètes plus éloignées que la Terre de l'état de refroidissement, la théorie de Clairaut s'accorde de près avec les faits (¹). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des équations de la forme* $aX^4 + bY^4 = cZ^2$. Note de M. **Desboves**.

« Il existe, comme je l'avais présumé, des équations de la forme $aX^4 + bY^4 = cZ^2$ ayant trois solutions primitives. Ainsi l'équation

$$X^4 - 12Y^4 = Z^2$$

admet les trois solutions primitives (1, 0, 1), (2, 1, 2), (7, 2, 47) et elle est résolue complètement par les trois systèmes correspondants. Définissons ici, d'une manière précise, ce que l'on doit entendre par solution primitive dans l'énoncé du théorème donné dans ma première Note.

» Pour fixer les idées, supposons qu'une équation biquadratique de la forme $aX^4 + bY^4 + dX^2Y^2 = cZ^2$ (d pouvant être nul) soit entièrement résolue par trois systèmes que l'on obtient en remplaçant, dans les formules générales (2) de mes deux Notes précédentes, la solution (x', y', z') successivement par (x'_1, y'_1, z'_1), (x'_2, y'_2, z'_2), $(x'_3, y'_3\ z'_3)$. On reconnaîtra que l'une quelconque de ces trois solutions, x'_1, y'_1, z'_1 par exemple, est effectivement une solution primitive, si l'on ne retrouve pas cette solution lorsque l'on détermine toutes les solutions données par les deux autres systèmes, en faisant d'abord dans le second système $x = x'_2$, $y = y'_2$, $z = z'_2$ et, dans le troisième, $x = x'_3$, $y = y'_3$, $z = z'_3$, puis continuant les calculs sans qu'interviennent les solutions obtenues par les deux autres systèmes.

(¹) Le Mémoire dont j'ai parlé sera compris dans le t. XIX des *Annales de l'Observatoire de Paris*.

Si l'une des solutions (x'_3, y'_3, z'_3) était (1, 0, 1), en partant de cette solution, le système correspondant donnerait toujours (1, 0, 1); les solutions (x'_1, y'_1, z'_1), (x'_2, y'_2, z'_2) ne feraient donc point partie de la suite. Mais la solution (1, 0, 1) ne pourrait-elle pas être obtenue dans les deux autres systèmes? L'impossibilité est probable, mais bien difficile à démontrer, quelle que soit (x', y', z'). Cependant, dans chaque cas particulier, l'impossibilité sera reconnue lorsque ni l'une ni l'autre de deux équations du troisième degré correspondant à une même solution (x', y', z') n'aura une racine commensurable qui soit un carré : j'ai fait la vérification pour l'équation $X^4 - 12Y^4 = Z^2$.

» Dans le calcul effectif des solutions, contrairement à ce qui était prescrit tout à l'heure, on doit faire intervenir dans chacune des suites les solutions données par les autres. On trouve ainsi que l'équation

$$4X^4 - 3Y^4 = Z^2,$$

dont les solutions primitives sont (1, 1, 1), (7, 4, 94), a pour premières solutions (1, 1, 1), (1, 0, 2), (61, 33, 7199), (2593, 2632) et que l'équation

$$X^4 - Y^4 + 5X^2Y^2 = 5Z^2,$$

dont les solutions primitives sont (1, 1, 1), (1, 2, 1), (3, 1, 5), a pour ses dix premières solutions (1, 1, 1), (1, 2, 1), (3, 1, 5), (3, 2, 7), (7, 1, 23), (7, 11, 59), (9, 19, 67), (23, 2, 241), (29, 41, 495), (41, 11, 875).

» On a pu remarquer que quelques-uns des résultats précédents sont en désaccord avec ce théorème de M. Lucas : *Toutes les solutions d'une équation* $aX^4 + bY^4 = cZ^2$, *dans laquelle a, b, c ne contiennent que des facteurs* 2 *et* 3, *s'obtiennent à l'aide d'un seul système de formules* (¹). On voit d'abord que, sur les vingt équations auxquelles le théorème serait applicable, onze sont de la forme $X^4 + bY^4 = Z^2$. Or une pareille équation ne peut être résolue que par deux systèmes au moins, qui correspondent à (1, 0, 1) et à une autre solution primitive. On peut voir encore que le théorème est inexact pour l'équation $4X^4 - 3Y^4 = Z^2$. En effet, comme on l'a vu en commençant, les premières solutions de cette équation sont (1, 1, 1), (1, 0, 2), (61, 33, 7199), (2593, 2632), tandis que les formules de M. Lucas donnent les solutions (1, 1, 1), (61, 33, 79), (195397, 6175) et une suite d'autres solutions dans lesquelles y est toujours impair. »

(¹) Le système (7), page 70 du Volume des *Nouvelles Annales* pour l'année 1879.

PHYSIQUE. — *Sur un appareil appelé* mélotrope. Note de M. J. CARPENTIER, présentée par M. Mascart.

« Dans les tracés obtenus au mélographe [1], chaque note est représentée par un trait dont la position, par rapport aux bords de la feuille, correspond à la hauteur musicale de cette note, et dont la longueur correspond à sa durée. Les motifs formés par la succession des notes dans la continuité du temps trouvent ainsi une représentation à la fois fidèle et parlante dans les dessins qui se forment dans l'espace occupé par l'inscription.

» Mais l'écriture mélographique, très satisfaisante en théorie, ne saurait être d'aucune application pratique. Si elle contient tous les éléments de la mesure, elle les contient masqués par les mille irrégularités qu'introduit le sentiment aussi bien que l'inhabileté ou l'hésitation du musicien, et ne permet en aucune manière de saisir les rapports simples et définis dans lesquels tend à se renfermer toute construction musicale, rapports que la notation vulgaire met si bien en évidence.

» En un mot, un compositeur mis en possession de l'inscription mélographique d'une de ses productions, non seulement serait incapable de la relire au pupitre, mais, pour la transcrire en notation vulgaire, devrait se livrer à un long, pénible et fastidieux travail d'interprétation.

» Pour tourner la difficulté et rendre immédiatement utilisables les précieux documents que fournit le mélographe, un seul moyen se présente à l'esprit : c'est de demander à la Mécanique de faire ce que ne peut le compositeur, c'est-à-dire de relire à haute voix les productions enregistrées.

» Pénétré de ces idées, j'ai combiné un deuxième appareil destiné à rejouer les morceaux inscrits au mélographe, non pas seulement sur le clavier où ils avaient été joués une première fois, mais sur tout autre clavier.

» Les bandes mélographiques, pour être rendues lisibles par des organes mécaniques, doivent subir une opération : la perforation; les traits doivent être transformés en trous. Pour effectuer ce travail, j'ai construit un outil spécial, simple et d'un maniement facile, à l'aide duquel on exécute rapidement cette besogne. Je me contente de le mentionner, au lieu de le décrire, pour ne point allonger ma Communication.

---

[1] *Comptes rendus*, même Tome, p. 1502.

» L'appareil qui traduit les bandes perforées en morceaux exécutés a été nommé par moi *mélotrope*. Son nom indique qu'il suffit pour le faire fonctionner de communiquer un mouvement de rotation à quelqu'une de ses pièces. On l'actionne effectivement à l'aide d'une manivelle.

» Le mélotrope se présente extérieurement sous la forme d'une caisse parallélépipédique que l'on installe au-dessus d'un clavier à l'aide d'équerres spécialement disposées à cet effet. A travers le fond de l'appareil sortent une série de doigts ou pilotes garnis de buffle, qui, dans le fonctionnement de l'appareil, recevant une impulsion de l'intérieur, descendent sur les touches et les actionnent. La manœuvre de chaque touche comporte un certain groupe d'organes, et le mélotrope contient autant de groupes semblables qu'il y a de touches à actionner.

» La force nécessaire au jeu de chaque touche est prise sur un cylindre qui reçoit de l'extérieur un mouvement de rotation continue. A chaque pilote est fixé, par une de ses extrémités, un cordon qui fait deux tours et demi dans une gorge pratiquée sur le cylindre en question et vient, par l'autre extrémité, s'attacher à un petit secteur de bois. La circonférence de ce secteur est, au repos, toute proche de la surface du cylindre moteur, mais n'y touche point, de telle sorte que le cylindre moteur peut tourner sans entraîner le secteur. Cependant, par le jeu des pièces de l'appareil, le secteur vient-il à être amené, d'un petit mouvement, au contact du cylindre moteur, il se trouve embrayé par action de frottement, se soulève, exerce un effort de traction sur le brin du cordon qui lui est fixé, et, suivant les lois du frottement des cordes sur les cylindres, à l'autre extrémité du cordon se trouve disponible une force incomparablement plus considérable dont l'effet est d'enfoncer le pilote et la touche du piano correspondante. De même qu'un mouvement d'approche du secteur détermine l'embrayage et la marche en avant du pilote, de même un petit recul du secteur permet le débrayage et le retour en arrière du pilote, rappelé par un ressort antagoniste.

» Tout le principe de l'appareil réside dans l'application que je viens de décrire des lois du frottement. On trouve là l'exemple d'un servo-moteur d'un nouveau genre et dont la docilité est merveilleuse. Pour donner une idée de ses qualités à ce dernier point de vue, il suffit de dire que le mécanisme du mélotrope permet de faire entendre une note répétée jusqu'à quinze fois dans une seconde.

» Il est inutile d'entrer ici dans le détail des dispositions qui soumettent le jeu des secteurs d'embrayage au passage des trous de la bande perforée

en face des organes de lecture, non plus que du mécanisme d'entraînement des bandes.

» Nous nous arrêterons seulement, avant de terminer, à l'explication d'un procédé qui permet de jouer avec expression, c'est-à-dire à volonté fort ou doucement. L'énergie avec laquelle un marteau de piano frappe la corde dépend de la force qui actionne la touche et de la vitesse de cette action; mais on peut également la modérer en ne conduisant pas la touche à fond et limitant son enfoncement à un degré variable. C'est à ce dernier moyen que je me suis arrêté pour mon appareil. On peut voir, en haut de la face antérieure du mélotrope, une petite poussette dont la manœuvre déplace la butée destinée à limiter la course des secteurs d'embrayage et, par suite, des pilotes et des touches.

» Le mélotrope imaginé pour servir de complément au mélographe constitue en lui-même un instrument propre à jouer de la musique automatique. Industriellement, c'est peut-être de ce côté que lui est réservé le meilleur avenir. Grâce au mélographe, il est facile de lui constituer un répertoire de morceaux joués par des artistes et dénués, par suite, du caractère de sécheresse qu'imprimaient à la musique mécanique les anciens procédés de piquage. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une relation entre l'effet Peltier et la différence de niveau potentiel entre deux métaux.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Debray.

« Lorsque deux métaux sont en contact, l'électricité se distribue sur ces deux métaux de telle manière que la fonction potentielle, constante à l'intérieur de chacun d'eux, présente de l'un à l'autre une différence qui dépend uniquement de la nature des deux métaux en contact et de la température.

» D'autre part, lorsqu'une charge électrique passe de l'un des métaux sur l'autre, elle produit, au voisinage de la surface de contact, un dégagement de chaleur proportionnel à la charge transportée et à un coefficient qui dépend uniquement de la nature des métaux et de la température. C'est le phénomène découvert par Peltier.

» On a longtemps supposé qu'il y avait proportionnalité entre la différence de niveau potentiel de deux métaux en contact et le coefficient qui règle le phénomène de Peltier pour ces deux métaux. L'expérience a con-

damné cette manière de voir, à laquelle il n'est plus possible d'ajouter foi depuis les nombreuses déterminations données par M. Pellat.

» Sir W. Thomson a montré comment l'effet Peltier et l'effet analogue qui se produit entre deux parties inégalement chaudes d'un même métal se reliaient aux forces électromotrices thermo-électriques. J'ai montré dans un Mémoire spécial ([1]) comment les principes du potentiel thermodynamique, dont j'avais développé ailleurs ([2]) l'application aux différences de niveau potentiel et au phénomène de Peltier, permettaient d'éliminer certaines difficultés que présentait la théorie de Sir W. Thomson.

» Je me propose de montrer aujourd'hui comment les mêmes principes permettent de découvrir une relation entre l'effet Peltier et la différence de niveau potentiel entre deux métaux.

» Un système étant formé de deux métaux A et B, à la température T, si l'on désigne par Φ son potentiel thermodynamique sous la pression constante P, par σ son volume, par U et S l'énergie interne et l'entropie qu'il posséderait s'il était à l'état neutre, par W son potentiel électrostatique, par Θ_A et Θ_B deux quantités relatives à chacun des deux métaux, par Q_A et Q_B les charges réparties respectivement sur chacun d'eux, par E l'équivalent mécanique de la chaleur, on a

$$\Phi = E(U - TS) + P\sigma + W + \Theta_A Q_A + \Theta_B Q_B. \tag{1}$$

» Soient V_A et V_B les niveaux potentiels sur les deux métaux; ε une constante égale à 1 dans le système électrostatique. Lorsque l'électricité est en équilibre, on a

$$D = V_B - V_A = \frac{1}{\varepsilon}(\Theta_A - \Theta_B). \tag{2}$$

» Soit Σ l'entropie du système. On a

$$ET\Sigma = ETS + H_A Q_A + H_B Q_B, \tag{3}$$

H_A et H_B étant des constantes spécifiques des deux métaux comme Θ_A et Θ_B.

» Lorsque la charge Q_B croît de dQ_B aux dépens de Q_A, le dégagement

---

([1]) *Applications de la Thermodynamique aux phénomènes thermo-électriques* (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. II, p. 405; 1885).

([2]) *Le potentiel thermodynamique et ses applications*, Ire Partie, Chap. I.

de chaleur produit, en vertu du phénomène de Peltier, a pour valeur

$$(4)\qquad L\,dQ_B = A(H_A - H_B)\,dQ_B,$$

$A = \frac{1}{E}$ étant l'équivalent calorifique du travail.

» Mais, d'autre part, M. Massieu a donné la relation

$$\frac{\partial \Phi}{\partial T} = -E\Sigma,$$

qui, en vertu de l'égalité (1) et de l'égalité

$$T\frac{\partial S}{\partial T} = \frac{\partial U}{\partial T} + P\frac{\partial \sigma}{\partial T},$$

donne

$$(5)\qquad \Sigma = S - A\left(Q_A\frac{\partial \Theta_A}{\partial T} + Q_B\frac{\partial \Theta_B}{\partial T}\right).$$

» La comparaison des égalités (3) et (5) donne

$$(6)\qquad H_A = -T\frac{\partial \Theta_A}{\partial T},\qquad H_B = -T\frac{\partial \Theta_B}{\partial T}.$$

» L'égalité (4) devient alors, en vertu de l'égalité (2),

$$(7)\qquad L = -A\varepsilon T\frac{\partial D}{\partial T}.$$

» *Le coefficient de l'effet Peltier est proportionnel au produit de la température absolue et de la dérivée de la différence de niveau par rapport à la température.*

» Dans le cas particulier, étudié par M. Clausius, où L est proportionnel à T, il en est de même de D, et l'on retrouve la relation admise autrefois comme générale

$$L = -A\varepsilon D.$$

» Si les deux métaux A et B forment un couple dont les deux soudures ont les températures T_0 et T_1, la force électromotrice de ce couple a pour valeur, d'après la théorie de Sir W. Thomson,

$$\mathcal{E} = \int_{T_0}^{T_1}\frac{H_A(T) - H_B(T)}{T}\,dT.$$

» D'après les égalités (2) et (6), cette formule devient

$$(8)\qquad \mathcal{E} = -\varepsilon[D(T_1) - D(T_0)].$$

» *La force électromotrice d'un couple thermo-électrique est égale* (dans le système électrostatique) *à l'excès de la différence de niveau potentiel qui existe entre les deux métaux à la soudure froide sur la différence de niveau qui existe à la soudure chaude.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Action d'un champ électrostatique sur un courant variable.* Note de M. VASCHY, présentée par M. Cornu.

« Lorsque l'intensité d'un champ magnétique vient à varier, un conducteur fermé placé dans ce champ est traversé par des courants induits, et, d'une manière générale, en chaque point de l'espace prend naissance une force électrique (ou force électromotrice induite par unité de longueur) que l'on sait calculer. En d'autres termes, les variations du champ magnétique développent un véritable champ électrostatique qui doit exercer une action mécanique sur les corps électrisés. En vertu du principe de l'égalité de l'action et de la réaction, ceux-ci doivent réagir sur les aimants ou les courants *variables* auxquels est dû le champ magnétique.

» Considérons, par exemple, un aimant infiniment court dont le moment $\mathfrak{M}$ varie de $d\mathfrak{M}$ dans le temps dt. La force électrique E induite par cette variation en un point situé à la distance r est, comme on sait, perpendiculaire au plan du rayon vecteur r et de la direction $d\mathfrak{M}$ et égale à

$$E = \frac{d\mathfrak{M}}{dt}\frac{\sin\theta}{r^2},$$

θ désignant l'angle du rayon r et de la direction $d\mathfrak{M}$. Si, au point où existe cette force électrique, se trouve une charge q d'électricité, elle subit une force mécanique égale à

$$F = Eq = \frac{q}{r^2}\frac{d\mathfrak{M}}{dt}\sin\theta = \frac{1}{k}f\frac{d\mathfrak{M}}{dt}\sin\theta,$$

désignant la force électrostatique $k\frac{q}{r^2}$ développée par la charge q au point où se trouve l'aimant $\mathfrak{M}$ (loi fondamentale d'Électrostatique).

» Cette force F, prise en sens contraire, n'est autre chose que la réaction du champ électrostatique dû à q sur l'aimant variable. Elle est perpendiculaire au plan des directions f et $\frac{d\mathfrak{M}}{dt}$, et égale, au facteur $\frac{1}{k}$ près, à

l'aire du parallélogramme construit sur f et $\frac{d\mathfrak{M}}{dt}$ comme côtés. Elle s'obtient donc par la même règle que l'action d'une force magnétique f sur un élément de courant i de longueur ds dirigé suivant $\frac{d\mathfrak{M}}{dt}$ et tel que l'on ait $i\,ds = \frac{d\mathfrak{M}}{dt}$. Seulement, pour un observateur placé le long de $\frac{d\mathfrak{M}}{dt}$ et regardant dans le sens de f, la poussée F a lieu vers sa droite, tandis que la poussée sur le courant $i\,ds$ aurait lieu vers sa gauche. Si, au lieu d'une seule charge q, on en avait un nombre quelconque, f désignant la force électrostatique résultante, la force mécanique F serait encore donnée par la même règle.

» Remplaçons l'aimant par un courant équivalent, c'est-à-dire tel que l'on ait $\mathfrak{M} = \frac{\mathrm{S}i}{k'}$, S désignant la surface embrassée par le courant et k' le coefficient de la formule fondamentale de magnétisme (analogue à k). On voit que l'action exercée par le champ électrostatique sur le courant, lorsque l'intensité i varie, est donnée par la formule

$$\mathrm{F} = \frac{1}{kk'} f\mathrm{S}\frac{di}{dt}\sin\theta.$$

Elle est normale à f, ainsi qu'à l'axe du courant, et, par suite, est située dans le plan du courant i.

» Le produit kk' est, quel que soit le système d'unités adopté, le carré d'une vitesse a, dont la valeur numérique est, dans le cas de l'air, 3×10^{10} centimètres par seconde. Si donc on suppose la force f parallèle au plan du courant $\left(\theta = \frac{\pi}{2}\right)$, l'impulsion totale subie par le circuit, lorsque l'intensité croît de 0 à i, est

$$\int \mathrm{F}\,dt = \frac{1}{a^2} f\mathrm{S}i.$$

Pour un solénoïde droit, de longueur l, contenant N spires par unité de longueur, l'action serait multipliée par $\mathrm{N}l$.

» Dans le cas où le champ électrostatique serait celui qui existe entre deux plateaux parallèles, situés à la distance e et chargés à la différence de potentiel V, on aurait

$$f = \frac{\mathrm{V}}{e} \quad \text{et} \quad \int \mathrm{F}\,dt = \frac{\mathrm{VN}l\mathrm{S}i}{a^2 e}.$$

On peut donc se rendre compte de la grandeur de cette impulsion; elle

est, en général, très minime, comme on peut s'en convaincre par des exemples numériques.

» D'après ce que nous venons de voir, lorsque deux courants variables i et i' se trouvent en présence, les variations de l'un donnent naissance à un champ électrostatique qui agit sur l'autre. Ainsi deux solénoïdes fermés, qui n'agissent pas l'un sur l'autre lorsque les courants sont fixes, s'influenceront dans l'état variable. Cette action est d'ailleurs excessivement faible. On peut la calculer exactement comme l'on calcule l'action de deux courants l'un sur l'autre. Par exemple, un solénoïde de section S_1, contenant N_1 spires par unité de longueur, équivaut à un aimant dont le moment est $\frac{N_1 S_1 i_1}{k'}$ par unité de longueur : soit $\frac{N_1 S_1 i_1}{k'} ds = \mathfrak{M}$ pour une longueur ds; et l'action de cet aimant se calculant comme celle d'un élément de courant $i\,ds = \frac{d\mathfrak{M}}{dt}$, ainsi qu'on l'a vu plus haut, l'action réciproque de deux solénoïdes $(N_1 S_1 i_1, N_2 S_2 i_2)$ se calculera comme celle de deux courants, d'intensités $\frac{N_1 S_1}{k'} \frac{di_1}{dt}$ et $\frac{N_2 S_2}{k'} \frac{di_2}{dt}$, qui circuleraient le long des axes des solénoïdes.

» En ce qui concerne l'action réciproque de deux aimants ou courants variables, M. O. Hertz avait émis déjà l'opinion que deux solénoïdes fermés doivent agir l'un sur l'autre pendant la période variable (*Wiedemann's Annalen* et *Journal de Physique*, p. 482; 1885). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité des sels anormaux et des acides en dissolution étendue.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« La résistance spécifique r d'un sel neutre normal en dissolution étendue peut être représentée par la formule

$$(1) \qquad r = \frac{1}{m} 12^{\text{ohms}},332 \frac{1 + K m^{\frac{1}{3}}}{1 + 0,03333\, t},$$

qui se déduit de celles que j'ai indiquées antérieurement ([1]). m est le nombre d'équivalents de sel en grammes par litre de dissolution, et doit

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CII, p. 1097 et 1372, et *Journal de Physique*, 2e série, t. VI, p. 5.

être $< 0,1$; K est un coefficient caractéristique de chaque sel; la formule s'applique entre $t = 0°$ et $t = 30°$.

» L'extrême simplicité de ces résultats disparaît en partie quand on s'adresse aux sels anormaux et, en particulier, aux acides. La conductibilité, liée comme je l'ai établi, à l'anomalie de l'électrolyse ([1]), suit, pour chacun de ces corps, une loi particulière. Toutefois, la variation de la résistance moléculaire mr à température constante est encore très sensiblement proportionnelle à un facteur $1 + Km^{\frac{1}{3}}$, et l'on a

$$(2) \qquad r = \frac{1}{m} A \frac{1 + Km^{\frac{1}{3}}}{1 + \alpha t + \beta t^2};$$

mais la limite A et les coefficients α et β varient d'un corps à un autre.

» L'électrolyse des acides sulfurique, azotique et chlorhydrique présentant sensiblement la même anomalie, il y avait intérêt à savoir si la limite A et les coefficients de température sont ou non rigoureusement les mêmes pour ces trois acides. A cet effet, j'ai pris comme point de départ un acide sulfurique pur du commerce, que M. Joly a bien voulu doser, et qui m'a ensuite servi de terme de comparaison pour titrer les autres liqueurs. Les résistances ont été rapportées à celle de la dissolution normale de chlorure de potassium dont on connaît la valeur absolue ([2]).

» *a. Acide sulfurique.* — La résistance spécifique à 0° d'une liqueur normale contenant 40^{gr} d'acide sulfurique anhydre par litre est 2,237 fois plus faible que celle de la liqueur normale de chlorure de potassium. Elle a donc pour valeur $\frac{15^{\text{omhs}},415}{2,237} = 6^{\text{ohms}},623$. Elle varie avec la température proportionnellement au facteur

$$\frac{1}{1 + 0,01981\,t - 0,00075\,t^2}.$$

» J'ai comparé les résistances spécifiques des dissolutions étendues d'acide sulfurique à celle de la liqueur normale du même acide prise pour unité. Le Tableau suivant donne les valeurs de la résistance moléculaire à 0°,

$$\rho_0 = mr_0,$$

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 797, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 448.

([2]) Voir *Comptes rendus*, t. CII, p. 1097.

m.	ρ_0 observé.	ρ_0 calculé.	Différence.
0,01	0,8412	0,8441	+0,0029
0,05	0,7723	0,7683	−0,0041
0,02	0,6995	0,6915	−0,0080
0,01	0,6411	0,6472	+0,0061
0,005	0,6101	0,6120	+0,0019
0,002	0,5804	0,5764	−0,0040
0,001	0,5517	0,5558	+0,0041

» Les valeurs calculées de ρ_0 ont été obtenues par la formule

$$\rho_0 = 0,4766\left(1 + 1,661\,m^{\frac{4}{3}}\right);$$

on a donc

$$K = 1,661,$$
$$A = 6^{\text{ohms}},663 . 0,4766 = 3^{\text{ohms}},157.$$

» A mesure que la dilution augmente, α augmente et tend vers la limite

$$\alpha = 0,02108,$$

β tend vers 0.

» *b. Acides azotique et chlorhydrique.* — Pour ces deux corps, K a sensiblement la même valeur

$$K = 0,3483,$$

et $\beta = 0$ dans un intervalle très étendu. Le coefficient α est sensiblement constant pour toutes les valeurs de $m < 1$. On a :

	A. (ohms)	α.
Acide azotique	3,289	0,002242
» chlorhydrique	3,322	0,002335

Les valeurs de α sont nettement différentes, quoique assez voisines. Il en est de même pour A.

» Si l'on compare entre eux les acides sulfurique, chlorhydrique et azotique au plus grand état de dilution possible, on voit que les rapports de leurs résistances moléculaires varieront avec la température, quoique dans des limites assez étroites. En prenant pour unité la résistance limite de l'acide sulfurique aux différentes températures, les résistances correspondantes des deux autres seront :

	0°.	16°.	32°.
Acide azotique	1,042	1,026	1,017
» chlorhydrique	1,053	1,025	1,009

L'acide azotique, plus conducteur que l'acide chlorhydrique à 0°, est moins conducteur que lui à 32°.

» Si l'on essayait de comparer ces acides aux sels neutres, les résultats dépendraient essentiellement de la température. Ainsi, la résistance limite de l'acide sulfurique à 0° est 3,906 fois moindre que celle d'un sel normal; à 16°, elle n'est que 3,406 fois, et à 32°, que 3,165 fois moindre.

» Il demeure donc bien établi, comme je l'avais annoncé antérieurement [1], que les acides étendus se comportent, au point de vue de leur conductibilité, d'une manière qui varie d'un acide à un autre, *même dans le cas des acides sulfurique, azotique et chlorhydrique*, et que ces conductibilités ne sont pas directement comparables à celles des sels neutres. J'en apporterai de nouvelles preuves dans une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *De la solubilité du sulfate de cuivre*. Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« I. Dans de précédentes Notes, j'ai fait remarquer que la solubilité représentée, selon l'usage constant, par des courbes qui expriment la quantité d'un corps que 100 parties de dissolvant peuvent dissoudre, c'est-à-dire le rapport $\frac{\text{sel}}{\text{liquide}}$, pour les sels, avait surtout un intérêt pratique. C'est une valeur arbitraire qui n'est pas en rapport immédiat avec les nombres chimiques. En prenant au contraire la quantité de sel anhydre contenue dans 100 parties de la dissolution, on a une ligne donnant la variation de la composition centésimale de cette solution, le rapport $\frac{\text{sel}}{\text{sel} + \text{liquide}}$.

» Les solubilités ainsi exprimées sont représentées par des droites.

» II. En examinant la solubilité du sulfate de cuivre, j'ai trouvé une ligne brisée formée de trois droites.

» Du sulfate de cuivre pur a été calciné légèrement au moufle et repris par l'eau; on sépare ainsi un peu de sel basique qui s'est formé et l'on est assuré que le sulfate de cuivre cristallisé que l'on obtient est aussi neutre que possible. Avec ces cristaux, $SO^4Cu, 5H^2O$, on a, pour représenter la

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 30; *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 478.

solubilité, une droite qui, entre -2° et $+55^\circ$, est $S = y = 11,6 + 0,2614t$. De 55° à 105° les quantités de sel anhydre contenues dans 100 parties de solution sont données par la formule $y = 26,5 + 0,3700.t$. La ligne construite avec les documents publiés par les auteurs fait un certain angle avec la première droite de solubilité ci-dessus; elle coïncide avec la seconde.

» Dans cet intervalle de température je n'ai isolé aucun hydrate particulier expliquant la légère augmentation du coefficient angulaire, mais on observe cependant une perturbation dans les conditions d'équilibre de la solution, car il se dépose entre ces limites de température une petite quantité d'un sel insoluble basique, corrélatif d'une mise en liberté d'acide. Ce sel a été analysé : c'est une poudre cristalline verte, homogène; je lui ai trouvé la composition $3SO^4Cu, 4CuO, 12H^2O$.

» La solubilité du sulfate de cuivre de -2° à $+105^\circ$ est donc représentée par deux droites se raccordant à 55° ou dans une faible étendue autour de ce point. La limite de précision des analyses ne permet pas de préciser davantage. Dans les Traités cette solubilité est représentée de 0° à 100° par une courbe donnant le rapport $\frac{SO^4Cu}{H^2O}$.

» Au delà de 100°, il n'a pas été publié de documents sur la solubilité du sulfate de cuivre. Mes déterminations montrent qu'à 103°-105° cette solubilité subit une dernière modification. Entre 105° et 190° les quantités dissoutes sont données par la formule $y = 45,0 - 0,0293.t$; la solubilité décroît proportionnellement à l'augmentation de la température.

» Ce nouvel état d'équilibre est en relation avec la formation de l'hydrate $SO^4Cu, 3H^2O$. En effet, l'hydrate en excès contenu dans les tubes où la solution se fait à température élevée est d'un bleu pâle; analysé il conduit à la formule ci-dessus.

» L'hydrate $SO^4Cu, 3H^2O$ peut se préparer en plaçant dans une étuve Wiesnegg réglant à 108°-110° une fiole contenant 1^{lit} de solution de sulfate de cuivre saturée à l'ébullition. Après quarante-huit heures environ d'évaporation continue, on brise le vase et l'on enlève à la pince les plus beaux cristaux qu'on garde en tube scellé. Le sel à $3H^2O$, d'un bleu plus pâle que le sulfate ordinaire, se délite à l'air humide en fixant $2H^2O$; il est dès lors difficile à mesurer. Des angles pris au goniomètre d'application font penser que cet hydrate, qui a l'aspect d'octaèdres orthorhombiques, appartient en effet au troisième système. Il est, en tout cas, à deux axes optiques. Des inclusions d'eau entraînent souvent la destruction spontanée

du sel trihydraté et des erreurs d'analyse. On avait déjà préparé le corps $SO^4Cu, 3H^2O$, mais seulement amorphe, par dessiccation ménagée. L'examen des courbes de solubilité permet de prévoir l'existence de nouveaux hydrates et de les isoler par des cristallisations chaudes. J'ai préparé ainsi divers chlorures, bromures, iodures et sulfates sur lesquels je reviendrai.

» III. La solubilité du sulfate de cuivre décroît avec la température. Le fait connu pour le sulfate de soude n'est que le cas particulier d'une règle plus générale. J'ai pu remarquer, en effet, en prenant des lignes complètes de 0° à 180°, que je publierai très prochainement, que tous les sulfates, sauf peut-être celui de potassium, ont une solubilité décroissante. Ce fait paraît en relation avec la fonction bibasique des acides; il s'étend à de nombreux sels d'acides bibasiques. »

CHIMIE. — *Sur la liqueur de Schweitzer et l'eau céleste.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Depuis que l'action nocive de l'oxyde de cuivre et de ses sels sur le mildew a été prouvée, leur emploi sous diverses formes est passé dans la pratique du traitement des vignes. La liqueur de Schweitzer et l'eau céleste constituant deux de ces remèdes préventifs, je crois utile de communiquer à l'Académie les observations que j'ai faites, il y a plusieurs années déjà, sur la transformation de la liqueur de Schweitzer en eau céleste et inversement.

» L'eau céleste, qui s'obtient en dissolvant dans l'ammoniaque les sels cuivriques neutres ou avec excès d'acide, est la solution ammoniacale d'un sel cuprico-ammonique, dont certains types, tels que

$$SO^3(CuO, 2AzH^3) + HO, \quad CuCl, 2AzH^2 + Aq,$$

ont été préparés à l'état cristallisé. La liqueur de Schweitzer, qui peut se faire en traitant de même l'oxyde de cuivre hydraté, est la solution ammoniacale de la base cuprico-ammonique dont l'hydrate cristallisé $(CuO, 2AzH^3) + 4HO$ a été isolé par Malaguti et Sarzeau.

» L'eau céleste et la liqueur de Schweitzer se comportent en effet comme la solution ammoniacale de ces sels cuprico-ammoniques ou celle de la base, et elles se décomposent, si on les additionne d'un grand excès d'eau, en donnant un dépôt d'hydrate d'oxyde de cuivre, exactement comme cela a lieu pour l'oxyde cuprico-ammonique et pour ses sels pris en solu-

tion ammoniacale; l'acide du sel cuprico-ammonique dans le cas de l'eau céleste restant en solution à l'état du sel d'ammoniaque [1].

» Ainsi la seule différence entre les deux liquides est que le réactif de Schweitzer contient la base cuprico-ammonique à l'état de liberté, et l'eau céleste à l'état de sel. Comme conséquence il doit résulter :

» 1° Que la solution ammoniacale de tout sel basique de cuivre doit constituer un mélange d'eau céleste et de liqueur de Schweitzer; et l'expérience le vérifie, car la cellulose s'y dissout et d'autant plus, toutes choses égales d'ailleurs, que le sel employé est plus basique.

» 2° Que la base cuprico-ammonique n'est nullement déplacée dans ses sels par l'ammoniaque, puisqu'une eau céleste, même très riche en gaz ammoniac, n'acquiert jamais la propriété de dissoudre la cellulose. Par suite, l'action inverse doit avoir lieu, c'est-à-dire que, si à une liqueur de Schweitzer on ajoute un sel ammoniacal, on doit la transformer en eau céleste. En effet, si à certain volume du réactif de Schweitzer contenant un poids connu de métal et saturé de cellulose on verse goutte à goutte une solution titrée d'un de ces sels, on voit la cellulose se précipiter progressivement et, quand la quantité d'acide ajoutée sous forme de sel d'ammoniaque est celle qui serait nécessaire pour former un sel neutre avec l'oxyde de cuivre en présence, il n'y a plus de cellulose en dissolution.

» L'action se produit même avec le carbonate d'ammoniaque ou en quelques instants par un courant d'acide carbonique. On voit donc que, si l'on abandonne à l'air la liqueur de Schweitzer, elle se modifiera par l'absorption d'acide carbonique qui donnera du carbonate cuprico-ammonique, et finalement elle sera transformée en eau céleste, puisque le réactif de Schweitzer ne peut être constitué que par la solution ammoniacale de la base libre.

» L'ancien procédé classique de préparation de ce réactif par l'arrosage du cuivre avec l'ammoniaque en présence de l'air, abstraction faite des pertes forcées de gaz ammoniac et de ses manipulations laborieuses, est donc loin d'être parfait, puisqu'il y a formation de carbonate et production aussi de nitrile d'ammoniaque, ainsi que l'a démontré M. Peligot, et que

---

[1] Pour tous les autres métaux dont les oxydes sont solubles dans l'ammoniaque le même phénomène de précipitation de l'oxyde a lieu, si l'on ajoute de l'eau à la solution ammoniacale de leurs sels. Il n'y a d'exception que pour l'*argent*, sauf le cas où le sel d'argent est insoluble dans l'eau, comme le chlorure par exemple.

la présence de ces sels diminue l'activité dissolvante de la base cuprico-ammonique sur la cellulose.

» Au contraire, le sulfate de potasse, le chlorure de sodium n'étant décomposables ni par l'ammoniaque, ni par la base cuprico-ammonique, leur présence dans le liquide de Schweitzer ne devait point modifier ses propriétés. L'expérience confirme en effet que l'addition de sels alcalins est sans influence; et ainsi s'explique la transformation de l'eau céleste en liqueur de Schweitzer, susceptible de dissoudre la cellulose, si l'on ajoute une base alcaline à l'eau céleste.

» Il est donc plus rationnel, pour préparer le réactif de Schweitzer, de précipiter la solution d'un sel de cuivre, le sulfate par exemple, par la quantité théorique de soude ([1]) et de redissoudre l'oxyde hydraté dans l'ammoniaque.

» Pour les besoins viticoles, l'épuisement de la bouillie bordelaise, à l'aide de l'ammoniaque, dissolvant les sels basiques de cuivre, en laissant un résidu de chaux et sulfate de chaux, suffirait certes. En tout cas, ce serait plus commode et plus avantageux que le procédé par arrosage du cuivre avec l'ammoniaque, tel qu'on l'a pratiqué, et remis aujourd'hui en usage dans les pays de vignobles, en vue de cette préparation; car, si l'on songe que le liquide employé pour le traitement est ramené par dilution avec l'eau ordinaire de façon à ne contenir que moins de $\frac{1}{4}$ de gramme de cuivre par litre, que les manipulations se font à l'air, et qu'on projette ce liquide sur la vigne à l'aide d'un pulvérisateur, on est en droit de se demander si finalement l'agent préservatif préparé comme liqueur de Schweitzer n'est pas plutôt, en majeure partie au moins, de l'eau céleste régénérée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide cyano-acétique.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Friedel.

« A l'occasion de mes recherches sur la valeur relative des quatre unités d'action chimique du carbone, j'ai dû préparer de notables quantités d'acide cyano-acétique $CAz-CH^2-CO(OH)$. J'en ai profité pour examiner les propriétés de l'hydrogène, du chaînon médian, méthylène $>CH^2$.

([1]) On doit éviter toute élévation de température pour obvier à la formation d'oxyde de cuivre anhydre difficilement soluble dans l'ammoniaque.

» On sait avec quelle facilité le sodium s'y substitue dans l'éther malonique; j'ai constaté aussi qu'il est remplaçable par certains métaux et notamment par l'argent dans le nitrile malonique CH-CH^2-CAz; on sait d'ailleurs que dans le méthane mono-azoté HCAz ou l'acide cyanhydrique, l'hydrogène a un caractère franchement basique. Il était à prévoir que l'hydrogène =CH^2 de l'acide cyano-acétique, composé intermédiaire entre l'acide malonique et le nitrile malonique, présenterait aussi, sous la double influence du chaînon *acide* -COOH et du chaînon nitrile -CAz, le caractère basique.

» Mes prévisions ont été complètement confirmées par l'expérience.

» Le sodium réagit vivement et rapidement, dès la température ordinaire, sur le cyano-acétate d'éthyle dissous dans l'éther anhydre. L'hydrogène se dégage avec abondance et l'éther cyano-acétique se transforme rapidement en une matière blanche pulvérulente, insoluble dans ce dissolvant. Dans les mêmes conditions, le malonate d'éthyle fournit une masse molle, de consistance et d'aspect gélatineux. Le cyano-acétate d'éthyle monosodé CAz-CHNa-CO(OC^2H^5) est beaucoup plus aisé à obtenir et plus facile à manier à cause de sa nature pulvérulente. C'est une poussière blanche, fort légère, très hygroscopique et aisément fusible. J'y ai trouvé 17,6 pour 100 de sodium, la formule CAz-CHNa-CO(OC^2H^5) en demande 17,03.

Les éthers haloïdes réagissent très aisément sur le cyano-acétate d'éthyle monosodé.

» Avec les iodures de méthyle, d'éthyle et d'allyle, j'ai obtenu les dérivés correspondants; ce sont tous des corps liquides insolubles et plus denses que l'eau, d'une odeur agréable autre que celle du cyano-acétate lui-même.

» Le méthyle-cyano-acétate éthylique CAz-CH(CH^3)-CO(OC^2H^5) bout à 194°, densité de vapeur trouvée 4,34; calculée 4,38.

» L'éthyle-cyano-acétate CAz-CH(C^2H^5)-CO(OC^2H^5) bout à 204°-205° : densité de vapeur trouvée, 4,63; calculée, 4,87.

» L'allyle-cyano-acétate CAz-CH(C^3H^5)-CO(OC^2H^5) bout à 215°-220°.

» La réaction de l'ammoniaque aqueuse sur le cyano-acétate d'éthyle est très rapide; après quelques instants, l'éther disparaît et l'évaporation spontanée du liquide à l'air, en dégageant l'excès d'ammoniaque, laisse déposer d'abondants cristaux de cyano-acétamide. Il n'en est pas de même

des dérivés éthérés que je viens de signaler; l'ammoniaque ne les transforme que fort lentement en amides.

» La cyano-acétamide $CAz-CH^2-CO(AzH^2)$ cristallise de l'alcool en petites aiguilles fusibles à 118°. L'éthyl-cyano-acétamide

$$CAz-CH(C^2H^5)-CO(AzH^2),$$

cristallisée dans le même dissolvant, se présente sous forme de petites paillettes nacrées fusibles à 113°. J'ajouterai que le chlorocarbonate d'éthyle $ClCO(OC^2H^5)$ réagit aussi fort aisément sur le cyano-acétate d'éthyle monosodé, le produit $CAz-CH-(CO-OC^2H^5)^2$ est solide et cristallisable. Les dérivés méthylique, éthylique et allylique s'obtiennent aussi fort aisément, suivant la méthode de MM. Conrad et Limpach, par l'action des iodures correspondants sur le produit de la réaction de l'éthylate sodique dans l'alcool sur le cyano-acétate d'éthyle.

» L'hydrogène du chaînon $>CH^2$ de l'acide cyano-acétique est aussi très facilement attaquable par les éléments négatifs; le chlore et le brome s'y substituent avec une netteté remarquable. Ce dérivé monochloré

$$CAz-CHCl-CO(OC^2H^5)$$

constitue un liquide incolore, exhalant une forte odeur piquante, comme la chloropicrine; il bout vers 190° : densité de vapeur trouvée, 5,11; calculée, 5,09.

» J'en étais là de ces recherches, commencées depuis plusieurs mois déjà, lorsque j'ai lu la Notice de M. A. Haller sur la cyano-acétophénone, insérée dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1448 (3 mai 1887).

» A la suite de recherches préliminaires, M. Haller constate, à la fin de cette Notice, que l'hydrogène dans le cyano-acétate d'éthyle est susceptible de s'échanger contre du sodium; il ajoute qu'il se propose de faire réagir sur ce composé sodé des éthers iodhydriques et des chlorures d'acides.

» C'est la Note de M. Haller qui me décide à faire connaître, quelque incomplets qu'ils soient encore, les résultats que j'ai obtenus jusqu'ici.

» On sait avec quelle facilité l'acide cyano-acétique se dédouble, sous l'action de la chaleur notamment, en gaz carbonique CO^2 et acétonitrile (1). On peut s'attendre à ce que les dérivés de l'acide cyano-acétique

(1) Dans une prochaine Communication, j'examinerai la distillation sèche de l'acide cyano-acétique, qui est un acte assez complexe.

se comporteront de même en fournissant des nitriles, dérivés de l'acétonitrile $CAz-CH^3$. C'est ce que je me propose d'examiner.

» J'ajouterai, en terminant, que l'acide cyano-acétique, dont la préparation est aisée, peut être obtenu en cristaux bien définis, d'une parfaite blancheur. Ce corps ne fond pas à 55°, comme l'indique M. Van t'Hoff, mais à 65°-66°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'ammoniaque sur quelques dérivés chlorés de l'éthane; fixation directe des éléments de l'ammoniaque sur des composés non saturés.* Note de M. **Engel**, présentée par M. Friedel.

« On connaît, en Chimie organique, des composés de formule

$$R'-CH^2-AzH^2 \quad \text{et} \quad R'-C\equiv Az.$$

(R étant un radical alcoolique), dans lesquels l'azote est fixé au carbone par une ou par trois valences. Les composés $R-C=AzH$, dans lesquels le charbon et l'azote échangent deux de leurs valences, ne sont pas connus d'une manière certaine. Ainsi l'éthylidène-imide $CH^3-CH=AzH$ n'a pas été isolée. On envisage pourtant comme dérivés de ce corps quelques-uns des composés que l'on obtient en traitant l'aldéhydate ammonique par les sels d'argent. Ex.: $Ag^2SO^4(C^2H^4AzH)^3$.

» L'éthylène-imide $CH^2-AzH-CH^2$ est également inconnue. Mais on peut considérer la pipéridine comme un homologue supérieur de ce corps.

» En vue de trouver un mode de préparation de ces composés, j'ai fait agir l'ammoniaque sur divers dérivés chlorés et chloro-iodés de l'éthane. Les résultats obtenus montrent qu'il n'était pas possible d'arriver ainsi, du moins d'une manière facile et sûre, au but qu'on s'était proposé d'atteindre. Quelques-uns des faits observés dans cette étude font l'objet de la présente Note.

» 1° *Action de l'ammoniaque sur le chlorure de vinyle.* — Le chlorure de vinyle $CH^2=CHCl$, sous l'influence de l'ammoniaque, devait vraisemblablement donner naissance à l'amine $CH^2=CH-AzH^2$ inconnue. Mais de même que l'alcool vinylique $CH^2=CHOH$ de M. Berthelot paraît se transformer en son isomère plus stable, l'aldéhyde $CH^3=CO-H$, de même il était à présumer que la vinylamine se transformerait en éthylène ou en éthylidène-imide.

» Pour faire agir l'ammoniaque sur le chlorure de vinyle, on a recueilli le gaz obtenu par l'action de la potasse alcoolique sur le chlorure d'éthylène, après l'avoir préalablement lavé dans un peu d'alcool froid, dans une série de trois flacons de Woolf renfermant, les deux premiers de l'alcool saturé d'ammoniaque, le dernier de l'alcool. Au bout de peu de temps, le contenu des deux premiers flacons ne dissout plus de chlorure de vinyle ; ce gaz est alors retenu dans le flacon renfermant de l'alcool sans gaz ammoniac. L'opération terminée, on mélange le contenu des trois flacons.

» *a*. A la température ordinaire, l'ammoniaque n'agit pas sur le chlorure de vinyle. Après trois mois de contact, c'est à peine si l'on a pu déceler qualitativement un peu de chlore précipitable par l'azotate d'argent dans le mélange des deux corps préalablement acidulé par l'acide azotique (¹). Même résultat pour le bromure de vinyle.

» *b*. A 100°, action presque nulle après plusieurs jours de chauffe. On sait que, dans les mêmes conditions, le chlorure d'éthyle cède son chlore à l'ammoniaque en une ou deux heures. Le chlorure de vinyle présente donc une résistance considérable à l'action de l'ammoniaque.

» *c*. A 150°-160°, l'action a lieu. Si l'alcool qui tient l'ammoniaque et le chlorure de vinyle en solution est très fort, il se dépose au bout de vingt-quatre heures dans le tube des cristaux de chlorure ammonique qui, après soixante-douze heures de chauffe, n'augmentent plus sensiblement. Mais, même à 150°, l'action ne paraît pas avoir lieu si l'ammoniaque n'est pas en grand excès. Ainsi, du bromure de vinyle est resté inaltéré après avoir été chauffé pendant quarante-huit heures à 150°, en présence d'alcool ammoniacal renfermant 8^{mol} d'ammoniaque dans 10^{cc} de liquide.

» L'action de l'ammoniaque en grand excès sur le chlorure de vinyle est complexe. On peut isoler une première base dont la solution alcoolique étendue possède l'odeur du café torréfié et dont le chlorure est déliquescent et paraît s'altérer. Cette base n'existe qu'en petite quantité parmi les produits de la réaction, est difficile à isoler et n'a pu être jusqu'ici l'objet d'une étude suivie.

» Au contraire, on peut isoler facilement et comme produit principal de la réaction l'éthylène-diamine, facile à reconnaître. Son chlorure cristal-

---

(¹) Ce fait exclut la présence du chlorure d'éthylène dans le mélange. On s'est toujours assuré ainsi de la pureté du chlorure de vinyle.

lise en longues aiguilles, transparentes et brillantes. Il a donné, à l'analyse :

Chlore.		Théorie.
53,49	53,41	53,38

» La base isolée du chlorure bout à 117°-118°.

» Il ressort de ce fait que certains corps non saturés sont susceptibles de fixer directement les éléments de l'ammoniaque, d'où un nouveau procédé de synthèse des amines. J'ai obtenu ainsi plusieurs amines-acides en partant d'acides non saturés; je les décrirai dans une prochaine Communication.

» 2° *Action de l'ammoniaque sur le chloro-iodure d'éthylène.* — J'ai préparé une grande quantité de chloro-iodure d'éthylène et j'ai fait agir sur ce corps, dans diverses conditions de température, l'ammoniaque, soit en solution aqueuse, soit en solution alcoolique. Ces expériences ont été faites dans le but de constater s'il n'était pas possible de remplacer par AzH^2 l'un des halogènes à l'exclusion de l'autre et d'obtenir ainsi le composé $CH^2AzH^2-CH^2Cl$, d'où, par la potasse alcoolique, un corps de formule C^2H^5Az.

» Dans toutes les conditions, on n'a obtenu que des bases éthyléniques; c'est-à-dire que les deux halogènes sont toujours éliminés simultanément [1]. Ces faits concordent avec plusieurs observations de M. Simpson. MM. Friedel et Silva ont, de leur côté, fait agir l'argent sur le chloro-iodure d'éthylène, dans l'espoir d'enlever l'iode et d'obtenir l'union des deux résidus C^2H^4Cl. Ils ont constaté la formation d'éthylène et de chlorure d'éthylène. Cette réaction est facile à expliquer par le départ simultané du chlore et de l'iode. L'argent, en quantité suffisante pour fixer la moitié des halogènes, réagit sur une première molécule de chloro-iodure d'éthylène suivant la formule

$$C^2H^4ICl + Ag^2 = C^2H^4 + AgI + AgCl.$$

» La deuxième molécule de chloro-iodure d'éthylène réagit sur le chlorure d'argent formé pour donner, suivant le procédé connu, de l'iodure d'argent et du chlorure d'éthylène.

---

(1) *A fortiori*, le chlorure d'éthylène ne donne-t-il pas sous l'influence de l'ammoniaque le composé $CH^2Cl-CH^2AzH^2$. Je ne puis pas ne pas signaler que cette réaction figure dans l'excellent Traité de Chimie de M. Beilstein (1re édit., p. 397); mais elle est purement schématique et le corps $CH^2-ClCH^2AzH^2$ n'a pas été obtenu jusqu'ici.

» 3° *Action de l'ammoniaque sur le chlorure d'éthylène chloré.* — L'ammoniaque réagit avec la plus grande facilité sur le chlorure d'éthylène chloré $CH^2Cl-CHCl^2$. L'action a lieu en faisant agir sur le carbure chloré soit une solution alcoolique, soit une solution aqueuse d'ammoniaque. Elle a lieu déjà à la température ordinaire; mais, dans ces diverses conditions, jamais un des halogènes n'est remplacé par AzH^2 : il se forme d'une manière constante le composé $CH^2=CCl^2$, bouillant à 37°. L'ammoniaque en solution aqueuse ou en solution alcoolique agit donc dans ce cas comme la potasse alcoolique. Le rendement est théorique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers isoamylsébacique et butylsébacique perchlorés.* Note de M. GEHRING.

« On introduit, dans un ballon muni d'un réfrigérant et exposé aux rayons solaires directs, de l'éther isoamylsébacique et l'on y fait passer un courant de chlore parfaitement desséché. Au commencement de la chloruration, tout le chlore est absorbé avec grande avidité et la chaleur dégagée est assez grande pendant les cinq ou six premières heures, pour qu'on ne puisse pas tenir le ballon à la main. A la lumière diffuse, l'action est encore fort énergique, et il y a pendant toute la durée de l'opération un abondant dégagement d'acide chlorhydrique. Quand la chaleur s'abaisse, on chauffe au bain d'huile en augmentant la température lentement jusqu'à 230° vers la fin de l'opération. L'éther mobile, sous l'action énergique du chlore, ne tarde pas à devenir visqueux et, après cinq ou six jours, on obtient une résine incolore, transparente, qui est complètement solide à la température ordinaire. Elle se laisse tirer en longs fils et rappelle par son odeur la térébenthine. Quoique ce produit soit solide, il continue à absorber le chlore et, après quelques jours, il devient de nouveau liquide en augmentant de poids continuellement. Environ quatre jours plus tard, après refroidissement, il se forme au sein du liquide des aiguilles blanches qui atteignent une longueur de $0^m,03$ à $0^m,04$. Lorsqu'il y a une quantité de cristaux assez considérable, on les recueille en les égouttant à la trompe. Par une série d'opérations semblables, on enlève chaque jour une nouvelle quantité de cristaux, jusqu'à ce qu'ils deviennent si peu abondants qu'on les sublime tout simplement dans le col du ballon. Après une chloruration de seize jours, à raison de dix heures par jour, le rendement a cessé. Le produit obtenu est exprimé dans du papier buvard et desséché par une

exposition dans le vide en présence de chaux vive et d'acide sulfurique. Dans cet état, ce corps dégage des vapeurs fort irritantes qui provoquent le larmoiement. Finalement, on le purifie par deux sublimations. Pour le rendre neutre au papier réactif, on peut le laver, soit à l'eau, soit à l'alcool, jusqu'à ce que ces véhicules ne se chargent plus d'acide.

» On obtient ainsi un produit qui, complètement desséché, répond par l'analyse à la formule du sébate d'isoamyle perchloré $C^{10}Cl^{16}O^4(C^5Cl^{11})^2$.

» Obtenu par sublimation, il se présente sous forme de longs prismes à base rhombique, demi-transparents comme la glace et fusibles à 179°. Il est volatil à la température ordinaire, mais surtout à partir de 90°. Exposé à l'air et à l'humidité, il fond sur les bords, devient jaune, résineux, acide et très amer, et finit par se volatiliser complètement. Il ne peut pas être pulvérisé, mais s'aplatit sous le choc comme la cire, à moins qu'il n'ait été lavé au préalable par l'eau ou l'alcool. Ce corps est sans saveur, mais laisse un arrière-goût de térébenthine. Son odeur est aromatique et rappelle celle de la menthe. Jeté dans l'eau, il tombe au fond et est facilement entraîné par la vapeur d'eau si l'on chauffe. Il est insoluble dans l'eau, assez peu soluble dans l'alcool et très soluble dans l'éther, le chloroforme, la benzine, la ligroïne et l'essence de térébenthine.

» La chloruration du sébate de butyle s'opère d'une façon identique, mais avec une plus grande rapidité. Déjà après soixante heures il se forme des cristaux, et cent heures environ sont suffisantes pour terminer l'expérience. Ici le produit formé est beaucoup plus volatil et se sublime entièrement dans les parties supérieures du ballon, d'où on le retire aussi longtemps qu'il se forme, toujours le lendemain après refroidissement. Sa volatilité est telle qu'une quantité assez notable, entraînée par le chlore, a franchi même l'appareil réfrigérant. En le sublimant deux fois, on obtient de grands cristaux sous forme d'arborescence magnifique, dont les parties les plus fines tombent bientôt en poudre et cela même dans le vide.

» Les données de l'analyse s'accordent avec la formule du sébate de butyle perchloré $C^{10}Cl^{16}O^4(C^4Cl^9)^2$.

» Cet éther perchloré constitue des prismes hexagonaux d'un blanc de neige. Son point de fusion est situé à 172° et son point d'ébullition vers 200°. Comme saveur et odeur, il n'y a pas de différence bien marquée avec le corps déjà mentionné. Avec les dissolvants, il se comporte de même, sauf qu'il est plus soluble dans l'alcool. Quand on le lave avec beaucoup d'eau, la matière devient cassante et dure après dessiccation [1]. »

---

[1] Collège de France, laboratoire de M. le professeur P. Schützenberger.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther cyanacétique*. Note de M. **Alb. Haller**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication présentée à l'Académie, dans sa séance du 24 mai dernier, j'ai annoncé que l'éther cyanacétique $CH^2\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}$ est susceptible d'échanger de l'hydrogène contre du sodium, pour fournir le composé $CHNa\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}$.

» Pour obtenir ce dérivé, il suffit de traiter une solution d'éther cyané dans son volume d'alcool absolu par la quantité théorique d'alcoolate de sodium. Il se forme un magma cristallin qu'on dessèche sur des plaques poreuses, sous une cloche à acide sulfurique dans laquelle on fait le vide.

» Ce dérivé est blanc; il est presque insoluble dans l'alcool absolu, soluble dans l'eau qui le décompose. Exposé à l'air, il en attire facilement l'humidité et l'acide carbonique, comme le fait le camphocyanate de soude.

» L'analyse de ce produit a donné les nombres suivants :

Matière desséchée dans le vide.........	0,4018
SO^4Na^2 obtenu......................	0,2125

	Trouvé pour 100.	Calculé pour $CHNa\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}$.
Na..................	17,14	17,03

» En augmentant, dans la préparation ci-dessus, la quantité d'alcool absolu, de manière à empêcher la précipitation du dérivé sodé, on obtient une liqueur qui permet de préparer, par double décomposition, d'autres composés métalliques. Le dérivé argentique formé dans ces conditions est légèrement jaunâtre et brunit facilement au contact de la lumière. Chauffé au sein de l'eau, il noircit.

» Le sel de cuivre est bleu verdâtre et devient gris, quand on le chauffe avec de l'eau. Le sel de zinc est blanc.

» Il n'a pas été possible, jusqu'à présent, de faire l'analyse de ces corps; quand on les lave avec de l'eau, pour les débarrasser du sel de soude qui les imprègne, ils se dissocient avec mise en liberté d'éther cyanacétique.

» Traitée par de l'iodure d'éthyle, la solution alcoolique d'éther cyanacétique sodé fournit un dérivé qui passe vers 210°-215°.

» Traité par du chlorure d'acétyle en solution éthérée, il donne l'éther acétylcyanacétique $CH^3, CO, CH\left\langle\begin{array}{l}CAz\\CO^2C^2H^5\end{array}\right.$, dont nous préparons, M. Held et moi, un certain nombre de dérivés qui nous permettront de l'identifier avec le même éther préparé par nous au moyen de l'éther acétylacétique sodé et le chlorure de cyanogène.

» Je me propose de faire agir sur cet éther cyanacétique sodé les composés $C^4H^{2n+1}I$ et les chlorures acides, de façon à obtenir les corps $C^4H^{2n+1}, CH\left\langle\begin{array}{l}CAz\\CO^2C^2H^5\end{array}\right.$ et $C^4H^{2n-1}O, CH\left\langle\begin{array}{l}CAz\\CO^2C^2H^5\end{array}\right.$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le cyanacétoacétate d'éthyle de M.* W. James. Note de MM. **Alb. Haller** et **Alf. Held**, présentée par M. Berthelot.

« Dans le numéro du mois d'avril dernier du *Journal of the chemical Society* (1), M. W. James donne la description d'un éther cyanacétoacétique, auquel il attribue la formule $CH^2CAz, CO, CH^2, CO^2C^2H^5$.

» L'auteur obtient ce composé par double décomposition entre l'éther chloroacétoacétique et le cyanure de potassium. Les propriétés de ce dérivé cyané, son point de fusion, 26°,5, nous ont fait supposer que ce corps n'était autre chose que l'acétocyanacétate d'éthyle préparé par nous, il y a cinq ans, en traitant l'éther acétylacétique sodé par du chlorure de cyanogène (2),

$$CH^3, CO, CHNa, CO^2C^2H^5 + ClCAz = NaCl + CH^3, CO, CH\left\langle\begin{array}{l}CAz\\CO^2C^2H^5.\end{array}\right.$$

» Pour nous assurer de l'identité des deux corps, nous avons donc repris le travail de M. W. James, en nous conformant d'abord exactement aux indications de l'auteur, puis en modifiant légèrement son procédé, par suite de son faible rendement.

» L'éther monochloro-acétoacétique qui a servi de point de départ bouil-

(1) Page 287.

(2) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 235, et dans une Thèse de M. Held; Nancy, 1882. *Jahresberichte der Chemie*, 1882, p. 847).

lait de 195° à 197°. 50^{gr} de cet éther monochloré sont introduits dans un ballon renfermant 40^{gr} de cyanure de potassium finement pulvérisé, et environ 200^{cc} d'alcool absolu.

» La double décomposition commence déjà à froid et le liquide s'échauffe graduellement pendant deux à trois heures. On achève la réaction au bain-marie, et on chasse l'alcool par distillation. Le résidu est repris par l'eau, acidulé par de l'acide sulfurique, puis épuisé à l'éther. La solution, desséchée sur du chlorure de calcium, est débarrassée de l'éther par distillation. Le liquide qui reste, et qui est constitué par de l'éther cyané brut, est rectifié dans le vide. Une nouvelle rectification est nécessaire pour obtenir un produit pur. On obtient ainsi, pour les quantités de matières employées ci-dessus, environ 10^{gr} de produit pur, rendement de beaucoup supérieur à celui indiqué par M. W. James.

» Le corps ainsi préparé présente tous les caractères de notre éther acétylcyanacétique. Il distille vers 119°, sous une pression de 15^{mm} à 20^{mm}, et se condense dans le récipient sous la forme d'un liquide incolore se prenant souvent en une masse d'aiguilles fondant à 26°. Une fois fondu, il recristallise difficilement, à moins d'abaisser la température vers 0°. Comme l'éther acétylcyanacétique, il donne, avec les persels de fer, une coloration rouge foncé.

» Nous avons préparé son sel de potasse et son sel de chaux, qui ont été comparés aux sels correspondants de l'éther acétylcyanacétique.

» *Sel de potassium* préparé avec l'éther de M. W. James. — On sature l'éther pur avec du carbonate de potasse. Cristallisé dans l'alcool absolu, il se présente sous la forme de fines aiguilles groupées en étoile.

» Analyse :

Pour 100.	Trouvé.	Calculé pour $C^7H^8KAzO^3$.
K	20,01 19,64	20,20

» *Sel de potassium* préparé avec notre éther. — Même forme cristalline.

» Dosage du potassium :

Pour 100.	Trouvé.	Calculé pour $C^7H^8KAzO^3$.
K	19,98 20,06	20,20

» *Sel de calcium* de l'éther de M. W. James. — On neutralise l'éther avec du carbonate de calcium et l'on fait cristalliser dans l'alcool à 70°.

» Sel desséché à 130°-140° :

Pour 100.	Trouvé.	Calculé pour $(C^7H^8AzO^3)^2Ca$.
Ca...................	11,46 / 11,35	11,49

» Eau de distillation :

Pour 100.	Trouvé.	Calculé pour $(C^7H^8AzO^3)^2Ca, 3H^2O$.
H^2O.................	13,25	13,43

» *Sel de calcium* obtenu dans les mêmes conditions avec notre éther.
» Sel desséché à 130°-140° :

Pour 100.	Trouvé.	
Ca...................	11,46 / 11,29	au lieu de 11,49 qu'exige la théorie.

» Eau de cristallisation :

Pour 100.	Trouvé.	
H^2O.................	13,50	au lieu de 13,43 qu'exige la théorie.

» De l'ensemble de ces déterminations, il est permis de conclure que les deux éthers sont identiques et qu'ils ont pour formule

$$CH^3, CO, CH \begin{cases} CAz \\ CO^2C^2H^5. \end{cases}$$

» La formation de ce dérivé cyané, aux dépens de l'éther monochloroacétoacétique, conduit aussi à admettre pour ce dernier la formule de constitution $CH^3, CO, CHCl, CO^2C^2H^5$, ce qui en fait un dérivé α-chloré, et non celle admise par l'auteur $CH^2, Cl, CO, CH^2, CO^2C^2H^5$. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le dosage de la fécule dans les tubercules de la pomme de terre.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« La valeur des pommes de terre destinées aux travaux industriels (distillerie et féculerie) dépend expressément de leur richesse en fécule; la détermination de cette richesse, cependant, ne saurait, avec les procédés habituellement employés, être à la fois assez précise et assez rapide. Le procédé du râpage auquel, souvent encore, on recourt aujourd'hui entraîne

des pertes considérables; plus exact, celui qui consiste dans la mesure de la densité expose cependant encore à des erreurs qui souvent dépassent 1 pour 100, et, seul, le procédé de la saccharification possède une précision satisfaisante; mais ce procédé est long et ne peut convenir à des essais courants.

» Pour satisfaire aux exigences de recherches que je poursuis sur la culture de la pomme de terre industrielle, j'ai été conduit à combiner un procédé qui, basé sur l'absorption, par la fécule convenablement hydratée, d'une proportion d'iode constante, réunit, je crois, les conditions de précision et de rapidité auxquelles je faisais tout à l'heure allusion.

» Payen d'abord, M. Bondonneau ensuite, ont établi que la capacité d'absorption de l'amidon soluble pour l'iode est constante; M. Bondonneau a fixé à $0^{gr},157$ le poids d'iode qu'absorbe 1^{gr} d'amidon soluble.

» Mais ce n'est pas seulement d'amidon solubilisable que les grains de matière amylacée sont composés, et soit que, avec Nægeli, on les considère comme formés de granulose et d'amylose, soit que, avec M. Bourquelot, on admette à leur composition un plus grand nombre d'hydrates de carbone, on n'en est pas moins placé en face de ce fait pratique : que, sous l'influence de divers réactifs, certaines parties du grain se solubilisent, tandis que certaines autres résistent à la solubilisation. Malgré tout, cependant, on voit celles-ci se gonfler sous cette influence et devenir aptes à absorber des quantités d'iode inférieures, sans doute, à celles qu'absorbe l'amidon soluble, mais importantes cependant.

» J'ai pensé que, pour ces parties comme pour les premières, la faculté d'absorption devait être constante et que, par suite, à chaque matière amylacée entière devait appartenir, après dilatation, un coefficient d'absorption personnel et constant.

» C'est sur la fécule de pomme de terre que j'ai, en premier lieu, cherché à vérifier cette hypothèse. Habilement secondé par mon préparateur particulier, M. Grondard, et après avoir, par de longs tâtonnements, établi les conditions pratiques du procédé, j'ai soumis à l'action de l'iode divers échantillons de fécule, les uns pris dans le commerce, les autres préparés dans mon laboratoire.

» Délayée d'abord dans l'eau froide, la fécule, prise en général sous le poids de 2^{gr}, a été gonflée, tantôt par la potasse faible, tantôt par la liqueur ammonio-cuivrique, le produit saturé largement par l'acide acétique, et enfin essayé à l'aide de solutions d'iode titrées jusqu'à ce qu'une goutte déposée sur un papier amidonné y laissât une trace bleue.

» J'ai, dans ces conditions, obtenu pour les quantités d'iode absorbées par 1^{gr} de fécule anhydre les nombres suivants :

$0^{gr},119$ (2 fois), $0^{gr},120$ (4 fois), $0^{gr},122$ (10 fois), $0^{gr},123$ (8 fois);

c'est le nombre $0^{gr},122$ qu'il convient d'adopter comme moyenne.

» Le procédé de dosage de la fécule que j'ai basé sur cette détermination consiste à mettre un poids connu de pommes de terre râpées en contact, d'abord avec une solution chlorhydrique faible qui rende la cellulose du tissu végétal aisément attaquable, puis avec une quantité de liqueur ammonio-cuivrique suffisante pour, d'une part, dissoudre cette cellulose et, d'une autre, gonfler la fécule, à sursaturer par l'acide acétique et enfin à traiter le mélange acidulé par une solution normale d'abord, puis décime d'iode dans l'iodure de potassium.

» J'indiquerai rapidement les conditions pratiques du procédé.

» *Échantillonnage.* — Sur 2^{kg} environ de tubercules, on détache des fuseaux formant un poids de 300^{gr} à 400^{gr} au total; l'échantillon est râpé finement; on en pèse 25^{gr} qu'on loge dans un flacon de 750^{cc}.

» *Acidulation.* — Sur ces 25^{gr}, on verse 50^{cc} d'acide chlorhydrique à $\frac{2}{1000}$ et on laisse deux ou trois heures en contact.

» *Gonflement de la fécule.* — On y emploie la liqueur ammonio-cuivrique; celle-ci doit avoir été préparée en dissolvant l'oxyde dans l'ammoniaque, afin d'éviter la présence des nitrites; on en verse 100^{cc} sur le produit acidulé, et on laisse en contact toute une nuit; le lendemain matin, on sursature largement par l'acide acétique : le mélange est prêt alors à essayer.

» *Titrage.* — La liqueur normale s'obtient en dissolvant dans 1^{lit} d'eau $\frac{12^{gr},2}{4} = 3^{gr},05$ d'iode sublimé et sec avec 4^{gr} d'iodure de potassium pur; elle est telle que 10^{cc} correspondent à $0^{gr},25$ de fécule, soit 1 pour 100, puisque le titrage a lieu sur 25^{gr}, la liqueur décime correspondant à $0^{gr},025$, soit 0,1 pour 100.

» Par un essai préparatoire et à l'aide de la liqueur normale seule, versée par 10^{cc}, on détermine, à 1 pour 100 près, la proportion de fécule; puis, par un deuxième essai, en fixant à l'aide de la liqueur décime le point de saturation, on serre le dosage à 0,1 pour 100. Ce point de saturation est, d'ailleurs, très facile à saisir; vers la fin de l'opération, et à chaque addition nouvelle de liqueur décime iodée, on enlève à la baguette, après avoir agité, une goutte du mélange tenant en suspension l'iodure d'amidon pré-

cipité, on dépose cette goutte sur un papier empesé sec, et on lave aussitôt; si l'iode est en excès, le papier se montre coloré en bleu.

» Aux chiffres ainsi obtenus, il convient, d'ailleurs, d'apporter une correction; celle-ci est rendue nécessaire d'un côté par la dilution du mélange, d'un autre par la consommation d'iode afférente aux matières protéiques dont la pomme de terre contient de 1,5 à 2 pour 100. Des recherches que j'ai faites à ce sujet, il résulte que, pour faire cette correction, il est nécessaire d'abaisser le titre trouvé de 0,5 de fécule pour 100 de tubercules soumis au titrage. »

CHIMIE AGRICOLE. — *L'azote organique dans les engrais chimiques composés.* Note de M. GASSAUD, présentée par M. Cahours.

« Depuis que le commerce des engrais chimiques a pris une grande importance, des difficultés s'élèvent fréquemment entre les vendeurs et les acheteurs au sujet de la nature de la matière qui a fourni l'azote organique.

» Les engrais fabriqués avec du sang ou des déchets de viande desséchés, considérés comme se décomposant beaucoup plus rapidement que ceux qui contiennent du cuir ou de la corne, sont d'un prix plus élevé.

» Il serait à désirer qu'une méthode précise permît de reconnaître dans un engrais ces différentes matières, aussi bien dans l'intérêt des acheteurs que dans celui des fabricants honnêtes.

» Une difficulté de ce genre nous ayant été soumise, on nous demandait :

» I. L'azote organique de l'engrais, objet du litige, est-il fourni par du cuir, du sang, de la viande ou toute autre matière?

» II. Quelles sont les réactions dont on s'est servi pour caractériser ces différentes substances?

» III. La distinction entre elles est-elle possible et peut-on, en particulier, confondre le cuir avec la viande?

» Pour la résoudre, en dehors des caractères organoleptiques (odeur) et de l'examen microscopique, du reste peu concluant, nous avons eu recours à la calcination à basse température, au traitement par différents acides, pour examiner les colorations des liqueurs et des précipités; au traitement par le citrate d'ammoniaque, pour connaître la quantité d'azote organique soluble dans ce réactif; des différentes matières étudiées comparativement, savoir l'engrais lui-même, le cuir, la corne, la viande, le sang et la laine.

» L'odeur nous avait tout d'abord fait présumer que l'engrais contenait du cuir; mais nos recherches, bien que semblant confirmer notre idée, ne l'établissaient pas d'une façon indiscutable.

» Nous avons alors songé que, si l'engrais contenait du cuir, il y avait lieu de penser que c'étaient des résidus de cuirs tannés, que, par conséquent, nous pourrions y retrouver du tannin plus ou moins détruit ou transformé toutefois, car la matière paraissait avoir été portée à haute température.

» Nous avons donc épuisé à l'eau bouillante l'engrais, le cuir et les autres matières; en même temps nous prenions pour terme de comparaison une solution de tannin : nous avons obtenu les résultats suivants :

	Par le perchlorure de fer.	Par le bichromate de potasse.	Par l'acétate de fer.	Par la fuchsine.
Engrais....	Précipité gris coloré en bleu.	Précipité brun.	Précipité violet bleuâtre foncé.	Précipité rouge.
Cuir......	Précipité bleu noir.........	Précipité brun.	Précipité violet bleuâtre foncé.	Précipité rouge.
Tannin....	Précipité bleu noir.........	Précipité brun.	Précipité bleu noir.........	Précipité rouge.

» Les autres matières, cornes, viande, sang, n'ont rien donné.

» Nous avons pensé qu'il pouvait être intéressant de signaler cette manière de reconnaître, par la présence du tannin, plus ou moins modifié dans un engrais, si l'azote organique qu'il contient provient du cuir ou d'une autre matière. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Sur l'emploi thérapeutique du chlorhydrate neutre de quinine*. Note de M. A. CLERMONT, présentée par M. Debray.

« Le chlorhydrate basique de quinine employé aujourd'hui en Thérapeutique présente l'inconvénient de nécessiter vingt-deux fois son poids d'eau pour se dissoudre. Le chlorhydrate neutre au contraire se dissout, comme on le sait, *dans son poids d'eau;* mais son obtention présente quelques difficultés, si on veut le préparer par dissolution de la quinine dans un excès d'acide chlorhydrique.

» Je le prépare facilement de la manière suivante : je fais dissoudre dans la quantité convenable d'eau distillée, d'une part, $1^{éq}$ de sulfate de quinine neutre (548^{gr}) et, d'autre part, $2^{éq}$ de chlorure de baryum sec

(208gr) [1], et mélange les deux liquides; après séparation du sulfate de baryte formé, la liqueur évaporée au-dessous de 100° abandonne à l'état solide le chlorhydrate neutre de quinine. La dissolution franchement amère de ce sel *n'a pas de saveur caustique;* cette propriété le désigne à l'attention des médecins, tant au point de vue de l'absorption par la méthode hypodermique que par la voie stomacale. »

ANATOMIE. — *Sur la morphologie des fibres musculaires chez les Échinorhynques.* Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans une séance précédente, une Note relative au système musculaire des *Echinorhynchus heruca* et *gigas*. Dans ces deux espèces, les parties élémentaires de ce système, les fibres musculaires, présentent une constitution très différente et il convient d'en rechercher la valeur morphologique. Une étude comparative de ces éléments chez quelques espèces d'Échinorhynques permet d'arriver à une conception très rationnelle du système musculaire de ces vers, et de se rendre compte de l'évolution et des modifications qu'ont subies ces éléments pour atteindre la disposition compliquée qu'ils présentent chez l'*E. gigas*. Nous examinerons successivement les éléments musculaires des *E. heruca*, *proteus* et *gigas*, espèces chez lesquelles ils offrent des degrés de complication très divers.

» La couche musculaire transversale de l'*E. heruca* consiste en cellules volumineuses, disposées sur un seul rang, et dans lesquelles la région externe, différenciée en substance contractile, renferme un grand nombre de fibrilles serrées, tandis que la région interne conserve sa constitution protoplasmique primitive et contient le noyau. La fibre musculaire a donc ici la valeur d'un faisceau primitif. Au contraire, dans la couche longitudinale, les fibrilles forment trois ou quatre groupes distincts dans chaque cellule, chaque groupe constituant une fibre longitudinale tubuleuse. Dans les deux couches, les cellules présentent une portion très notable de protoplasma non transformée en substance contractile; mais la fibre longitudinale, qui correspond à une portion de faisceau primitif seulement, n'a pas une valeur morphologique aussi élevée que la fibre transversale.

» Chez l'*E. proteus*, chaque cellule musculaire renferme un nombre

[1] On ajoute un léger excès de sulfate pour éliminer absolument la baryte.

assez considérable de groupes distincts de fibrilles, de vingt à trente et plus, qui sont plongés dans le protoplasma, lequel est d'ailleurs assez réduit. Les cellules musculaires, moins nombreuses que chez l'*E. heruca*, sont peu distinctes les unes des autres, mais on peut toujours évaluer leur nombre et leur étendue par le nombre et la disposition des noyaux. Les fibres musculaires de l'*E. proteus* sont donc encore des portions de faisceaux primitifs, mais d'une valeur morphologique moins élevée que les fibres longitudinales de l'*E. heruca*, puisque, dans cette espèce, chaque cellule forme seulement quelques groupes de fibrilles, tandis que chez l'*E. proteus* elle en renferme un nombre plus élevé. Ici encore, la nature du tissu qui enveloppe les fibres est évidente : il représente la portion du protoplasma non transformée en substance contractile.

» Chez l'*E. gigas*, les cellules musculaires sont énormes et peu nombreuses, comme l'a montré Schneider. Chaque cellule renferme un nombre infiniment grand de groupes de fibrilles formant des éléments à structure compliquée, les fibres, qui sont plongées dans un tissu que Schneider a appelé *neuro-sarcolemme*, Leuckart *Bindesubstanz*, et qu'à cause de ses caractères, et par analogie avec les autres espèces, nous devons considérer comme du protoplasma non transformé en substance contractile. Les fibres musculaires de l'*E. gigas* sont donc des portions de faisceaux primitifs, mais d'une moindre valeur encore que celles de l'*E. proteus*.

» J'ai montré que les lignes latérales et médianes de l'*E. gigas* étaient réellement constituées par une série d'expansions développées par la paroi des fibres transversales : ces formations ont été comparées autrefois aux expansions musculaires de certains Nématodes, de l'*Ascaris*, par exemple. Or il est évident que ces expansions, ayant à la vérité quelque ressemblance, ont une signification bien différente dans les deux groupes. Chaque expansion musculaire du Nématode est en effet une cellule considérablement accrue et dont la région périphérique seule a formé de la substance contractile; la fibre musculaire du Nématode a donc la valeur d'un faisceau primitif, comme la fibre transversale de l'*E. heruca*. Aussi l'expansion que développe une fibre de l'*E. gigas*, qui n'est qu'une portion de faisceau primitif, ne saurait être homologuée à l'expansion musculaire d'un *Ascaris*. On ne peut, en effet, songer à considérer les expansions de l'*E. gigas* comme correspondant chacune à une cellule dont la région périphérique aurait développé une fibre transversale : on se trouverait ainsi conduit à admettre que les fibres transversales ont une valeur complètement différente de celle des fibres longitudinales. Les fibres transversales, en effet,

développent seules ces expansions qui manquent aux fibres longitudinales : celles-ci restent donc des portions de faisceau primitif, tandis que chaque fibre transversale correspondrait à un faisceau primitif tout entier. Or, dans les deux couches, la disposition des noyaux musculaires est très semblable, et ceux-ci ne sont pas plus nombreux dans l'une que dans l'autre. La substance interposée aux fibres longitudinales étant un reste de protoplasma, si l'on admettait que chaque fibre transversale est un faisceau développé sur le bord d'une cellule, quelle signification pourrait-on accorder à la substance dans laquelle plongent les fibres transversales ?

» En nous élevant successivement de l'*E. heruca* à l'*E. proteus* et à l'*E. gigas*, nous voyons les cellules musculaires devenir de plus en plus grandes, et former dans leur protoplasma des groupes de plus en plus nombreux de fibrilles, groupes dont chacun est appelé communément une fibre musculaire. Nous constatons que l'évolution s'effectue graduellement et nous arrivons à une conception très simple et très rationnelle des modifications que subissent ces éléments. Il n'y a donc pas lieu de s'arrêter à des ressemblances purement extérieures qui conduiraient à une hypothèse dans laquelle on se trouverait fort embarrassé pour comparer les dispositions reconnues chez l'*E. gigas* lui-même et chez les espèces voisines.

» D'ailleurs, chercher à expliquer le système musculaire de l'*E. gigas* par une comparaison avec les Nématodes, c'est admettre entre les Échinorhynques et les Nématodes une parenté qui n'est nullement prouvée. Il paraît certain que les Échinorhynques ne descendent pas plus des Nématodes que des Trématodes. Les Acanthocéphales renferment en effet un genre très remarquable, le *Paradoxites*, dont Lindemann a donné une description très incomplète, mais suffisante cependant pour montrer l'importance de ce genre. Dans l'état actuel de la Science, on peut croire qu'une étude approfondie du *Paradoxites* pourra seule fournir des renseignements sur la descendance des Échinorhynques. »

MÉDECINE. — *Étiologie de la diphtérie. Transmission par les poussières atmosphériques. Influence des fumiers, des dépôts de chiffons ou de paille. Rôle de la volaille préalablement infectée.* Note de M. **J. Teissier**, présentée par M. Marey.

« Dans les études que nous poursuivons à Lyon depuis 1880, sur les voies de propagation des grandes maladies contagieuses, nous nous

sommes particulièrement attaché à la recherche des conditions qui président à la diffusion du germe diphtéritique.

» Lyon présente en effet, pour cette étude, un terrain spécialement favorable : la diphtérie y est une maladie neuve, en quelque sorte, bien qu'en progrès régulier; les décès qu'elle occasionne sont encore assez rares (en moyenne 126 par année); aussi chaque cas peut-il être rigoureusement analysé, et les causes apparentes de l'éclosion du mal suffisamment isolées.

» En procédant de cette sorte, nous avons pu réunir un nombre important d'observations de diphtérie très complètes au point de vue de la donnée étiologique et en tirer des conclusions qui nous semblent assez rigoureuses pour mériter l'attention.

» D'après l'ensemble de ces recherches nous croyons pouvoir avancer « que la diphtérie est une maladie surtout infectieuse, dont le germe (ba- » cille de Lœfflers ou de Cornil), transmis par l'intermédiaire des *poussières* » *atmosphériques*, a pour voie d'absorption essentielle les organes respira- » toires. Les poussières émanées des fumiers, dépôts de chiffons ou de » paille sont particulièrement suspectes, ceux-ci constituant d'excellents » milieux de culture pour le germe pathogène; les pigeons et la volaille » semblent être les agents les plus actifs de l'ensemencement de ces dif- » férents milieux infectieux. »

» Ces notions étiologiques ont une importance considérable au point de vue de la prophylaxie générale, et fournissent une indication précieuse pour l'orientation des recherches ultérieures.

» Voici d'ailleurs les faits sur lesquels nous appuyons ces assertions.

» La diphtérie, à Lyon tout au moins, est une maladie rarement directement contagieuse; dans ces trois dernières années, où 180 cas ont été soigneusement examinés, la contagion directe, dans le sens absolu et rigoureux du mot, n'a été retrouvée que 10 fois environ (2 fois sur 61 cas en 1884); les cas hospitaliers développés intérieurement sont exceptionnels; les cas isolés sont la règle. Il faut donc rechercher ailleurs la source de l'infection.

» Les belles recherches de Klebs qui nous ont été communiquées à Zurich en 1883 nous ont montré la voie; elles nous prouvaient que la diphtérie a pour voie d'introduction habituelle la muqueuse des conduits respiratoires (expériences décisives) et pour agent les poussières charriées par l'atmosphère (à Zurich la diphtérie se développe en effet de préférence les lendemains de balayage de la ville, et sur le trajet suivi par les tombereaux qui en emportent les résidus).

» Nous avons poursuivi, à Lyon, des recherches analogues, et nous avons retrouvé très fréquemment dans le voisinage, souvent sous la fenêtre même de la chambre du diphtéritique, des fumiers, des dépôts de chiffons ou de paille susceptibles de donner naissance à ces poussières (18 fois sur 46 faits soigneusement analysés en 1885). Mais, pour transmettre la diphtérie, ces poussières doivent être chargées du microbe pathogène; les milieux d'où elles émanent doivent avoir été préalablement ensemencés.

» *Les volailles, poules et pigeons, susceptibles de contracter la diphtérie sont très probablement les agents de cet ensemencement.*

» 1° Les exemples de transmission de la diphtérie de la volaille à l'homme, et inversement, sont indiscutables (faits personnels, faits de Delthil, expériences d'Emmerich, de Munich);

» 2° Dans un certain nombre de cas (14 sur 27) où nous avons vu la diphtérie naître à côté de dépôts de fumiers, de chiffons ou de paille, ceux-ci étaient remués par des poules ou des pigeons.

» 3° Dans trois de ces cas, nous avons pu remonter à la maladie de la volaille.

» De plus, parmi les cas venus de l'extérieur et admis dans nos hôpitaux, cas presque toujours isolés et développés en dehors de toute espèce de contact pathologique, il est rare qu'il s'en soit présenté un qui n'ait pas pris naissance à côté de la basse-cour, d'un tas de fumier foulé par des poules, de dépôts de paille, etc. Nous en avons publié des exemples démonstratifs.

» Nous ne pouvons entrer ici dans le détail des causes adjuvantes qui agissent sur l'individu et favorisent sa réceptivité : dans cet ordre de faits, le refroidissement occupe le premier rang (79 fois sur 132 cas); nous tenons cependant à faire remarquer que l'*humidité de l'air* constitue sans aucun doute une condition extrêmement propice à la pullulation des germes de la diphtérie et à leur dissémination. Les graphiques que nous avons publiés depuis 1881, et qui figurent dans le volume que nous avons adressé à l'Académie, suffisent pour le prouver. »

MÉTÉOROLOGIE. — *La périodicité des perturbations magnétiques et la période solaire.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**. (Extrait.)

« J'ai énoncé, en 1878, une loi générale qui se rapporte aux perturbations atmosphériques et magnétiques et aux mouvements planétaires et

cométaires (*Comptes rendus*, 1882). J'y ai trouvé une périodicité égale à la durée de la demi-rotation solaire. Plus tard, j'ai reconnu la simultanéité des aurores boréales et du passage des essaims d'étoiles filantes périodiques et j'ai insisté sur leur relation avec les perturbations électriques et magnétiques terrestres.

» Le directeur de l'observatoire central physique de Pawlovsk, M. Wild, a montré que les grandes perturbations magnétiques de 1880 et 1881 avaient été simultanées pour le globe entier; il en résulte qu'une cause extra-terrestre agit au même moment sur le potentiel du globe et produit à la fois les perturbations magnétiques, les courants terrestres et les aurores boréales.

» MM. Wild et Mascart ont eu la complaisance de m'envoyer les résumés des observations magnétiques faites à l'observatoire du Parc Saint-Maur et à l'observatoire de Pawlovsk, et, en étudiant les données très précises des tracés magnétiques, j'ai trouvé des résultats qui intéressent la Météorologie générale.

» J'ai dressé une Table qui donne les jours de demi-rotations solaires accomplies depuis le jour du périhélie de notre planète, les dates des passages d'essaims d'étoiles filantes et de bolides, ainsi que les dates des perturbations principales observées à Pawlovsk (59°41′13″,3 N. et 30°29′0″E. de Greenwich) en 1878 et les observations des enregistreurs magnétiques du Parc Saint-Maur en 1883-1884.

» On peut voir, à la simple inspection, que :

» 1° Les dates des perturbations magnétiques coïncident sensiblement ou avec les jours de la période solaire, ou avec les jours du passage des essaims périodiques d'étoiles filantes, dans des lieux très éloignés l'un de l'autre, et, pour l'année d'activité minima du Soleil 1878, aussi bien que pour l'année d'activité extraordinaire 1883-1884.

» 2° Il se forme des groupes de jours de perturbations magnétiques autour des jours de la période solaire et ils se rapprochent parfois beaucoup des jours du passage des essaims d'étoiles filantes.

» 3° La moyenne des intervalles des perturbations principales en France et en Russie montre une même périodicité de $12^j,6$ à peu près, la durée de la demi-rotation solaire étant à l'équateur de $12^j,5935$ d'après M. Faye. Je pense que l'action électrique du Soleil se manifeste comme cause principale, et l'action électrique entre la Terre et les nuages cosmiques comme cause secondaire des perturbations magnétiques. »

M. **Carl Hamm** confirme les indications qu'il a communiquées dans la dernière séance sur la puissance explosive et sur la sécurité de l'emploi de la bellite, en envoyant les procès-verbaux d'expériences qui ont été faites par M. le professeur Clève, de l'Université d'Upsal, et par des officiers d'Artillerie suédois et norvégiens.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1887.

(*Suite.*)

Contribution à l'anatomie pathologique du choléra asiatique; par MM. A. Kelsch et L. Vaillard. Paris, G. Masson, 1885; br. in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

Nouveau manuel de la garde-malade; par le Dr Edgar Bérillon. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1885; in-12. (Renvoi au concours Bréant.)

L'Œuvre scientifique de Paul Bert; *par* le Dr Edgar Bérillon. Paris, Picard-Bernheim; br. in-12. (Renvoi au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Hypnotisme expérimental. La dualité cérébrale et l'indépendance fonctionnelle des deux hémisphères cérébraux; par Edgar Bérillon. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1884; in-8°. (Renvoi au concours Lallemand.)

Contribution à l'étude de la maladie dite Pied de Madura, *considéré comme une trophonévrose; par* le Dr Libouroux. Rochefort, 1886; br. in-4°. (Renvoi au concours Lallemand.)

Recherches sur le bacille typhique et l'étiologie de la fièvre typhoïde; par MM. Chantemesse et F. Widal. Paris, G. Masson, 1887; br. in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

Anatomie pathologique des néoplasmes primitifs de la vessie. Déductions cliniques et opératoires. Mémoire manuscrit, par le Dr Clado. (Renvoi au concours Godard.)

Balistique extérieure. Mémoire manuscrit, par M. Peticol. (Renvoi au concours du prix extraordinaire de six mille francs.)

La distribution de la chaleur à la surface du globe. Mémoire manuscrit, par Wilhelm Zeuker. (Renvoi au concours du prix Gay.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 JUIN 1887.

Histoire des Sciences mathématiques et physiques; par M. Maximilien Marie; T. XI : *de Fourier à Arago.* Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-8°.

Sur la nécessité d'une réglementation générale de l'industrie des explosifs; par M. Léon Faucher. Paris, G. Masson, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.) (Présentée par M. le baron Larrey.)

Quelques considérations sur les hémorragies dites supplémentaires; *par* le Prof. Sirus-Pirondi et le Dr Constantin Oddo. Marseille; br. in-8°. (Présentée par M. le baron Larrey.)

L'amputation du membre supérieur dans la contiguïté du tronc (amputation interscapulo-thoracique); par Paul Berger. Paris, G. Masson, 1887; in-8°. [(Présenté par M. le baron Larrey.) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)]

Cours de Chimie; par Armand Gautier; T. II : *Chimie organique,* fasc. II. Paris, F. Savy, 1887; in-8°.

Catalogue des Trogides décrits jusqu'à ce jour; par Alfred Preudhomme de Borre. Gand, 1886; br. in-8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires; T. VIII. Paris, Victor Rozier, 1886; in-8°.

On the nature of snake-poison; by sir Joseph Fayrer. London, 1884; br. in-8°. (Présentée par M. le baron Larrey.)

On the origin, habits and diffusion of cholera and what may be done to prevent or arrest its progress and to mitigate its ravages; by J. Fayrer. London, 1886; br. in-8°. (Présentée par M. le baron Larrey.)

Elephantiasis Arabum; by sir J. Fayrer and d'Arcy Power. London, 1879; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Proceedings of the royal Society; Vol. XLII, n° 253; br. in-8°.

Die Meteorologie der Sonne und die Wetter-Prognose des Jahres 1886; *von Professor* K-.W. Zenger. Prag, 1887; br. in-8°.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg I. Pr.; Siebenundzwanzigster Jahrgang, 1886. Königsberg, in Commission bei Koch et Reimer. 1887; in-4°.

Den norske Nordhavs-Expedition, 1876-1878; XVII : Zoologi. *Alcyonida; ved* D. C. Danielssen. Christiania, 1887; in-f°.

ERRATA.

(Séance du 31 mai 1887.)

Pages 1530-1531, les deux alinéas *Je possède des coupes....* et *Quant à la proportion....* doivent être intercalés au bas de la page 1529, avant le § II.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JUIN 1887,

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur la vie et les travaux de M. Laguerre, *Membre de la Section de Géométrie;* par M. **Poincaré.**

« Dans cette Notice sur la vie et les travaux de M. Laguerre, j'aurai plus à parler de ses travaux que de sa vie. Son existence, utile et laborieuse, n'a été ni agitée ni bruyante. Sans ambition, partagé entre ses devoirs professionnels, les joies de l'étude et celles de la famille, les seuls événements de sa vie ont été des découvertes.

» Laguerre naquit à Bar-le-Duc, le 9 avril 1834. Dès le début de ses études, son talent naissant fut remarqué de ses maîtres; mais il ne devait pas quitter les bancs du lycée sans avoir montré qu'il était autre chose qu'un bon écolier. En 1853, n'étant encore que candidat à l'École Polytechnique, il se signala par un travail original.

» Dans le programme d'admission à cette école, la place d'honneur ap-

partient à la Géométrie analytique. Cette Science se renouvelait alors par une révolution en quelque sorte inverse de la réforme cartésienne. Avant Descartes, le hasard seul, ou le génie, permettait de résoudre une question géométrique; après Descartes, on a pour arriver au résultat des règles infaillibles; pour être géomètre, il suffit d'être patient. Mais une méthode purement mécanique, qui ne demande à l'esprit d'invention aucun effort, ne peut être réellement féconde. Une nouvelle réforme était donc nécessaire : ce furent Poncelet et Chasles qui en furent les initiateurs. Grâce à eux, ce n'est plus ni à un hasard heureux ni à une longue patience que nous devons demander la solution d'un problème, mais à une connaissance approfondie des faits mathématiques et de leurs rapports intimes. Les longs calculs d'autrefois sont devenus inutiles, car on peut le plus souvent en prévoir le résultat.

» Laguerre a joué dans cette réforme un rôle très important, que son premier travail de jeunesse permettait déjà de pressentir. La théorie des propriétés projectives de Poncelet, l'une des plus utiles des méthodes modernes, permet de déduire d'une proposition connue une infinité de propositions nouvelles. Mais, en 1853, cette théorie était loin d'être complète; bien des points, et non des moins importants, restaient encore à éclaircir : comment pouvait se faire la transformation des propriétés métriques des figures, et en particulier des relations entre les angles? Le jeune lycéen résolut du premier coup ce problème qui préoccupait les fondateurs de la Géométrie moderne; sa solution, simple et élégante, fut publiée dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*.

» Il entra le quatrième à l'École Polytechnique. Si son rang de sortie fut un peu moins brillant, nous ne devons pas nous en étonner, car il fut à l'École ce qu'il fut dans la vie. Le monde ne lui apparaissait pas comme un champ clos, ni les hommes comme des rivaux qu'il faut devancer à tout prix. Ce qu'il cherchait dans l'étude, ce n'était pas le succès, mais le savoir; malheureusement, le chemin le plus court vers ces premiers rangs si ardemment convoités n'est pas toujours le travail original et libre qui fait perdre de vue le but auquel d'autres pensent sans cesse.

» Devenu officier d'artillerie et envoyé à Metz, à Mutzig, puis à Strasbourg, il ne publia rien pendant dix ans. Il remplissait ses devoirs militaires avec une scrupuleuse ponctualité, et ses camarades pouvaient croire que sa profession l'absorbait tout entier. Ils se trompaient. Laguerre poursuivait silencieusement les études qu'il avait si brillamment commencées et accumulait d'importants matériaux.

» Quand il revint à Paris, en 1864, pour remplir les fonctions de répétiteur à l'École Polytechnique, il lui eût été facile, en dévoilant les secrets qu'il devait à dix ans de travail, de publier un important volume de Géométrie qui l'eût immédiatement classé hors de pair. Il n'en fit rien ; les idées générales n'avaient de prix, à ses yeux, que par les applications particulières où elles pouvaient conduire. Il ne communiqua donc ses résultats qu'un à un, avec sobriété, presque avec avarice.

» Difficile à satisfaire, il ne voulait rien livrer que de parfait. Ce n'est qu'en 1870 qu'il fit, à la salle Gerson, un Cours public, où il exposa ses vues d'ensemble sur l'emploi des imaginaires en Géométrie et dont les premières Leçons furent seules publiées.

» Aucune des ressources nouvelles de la Géométrie supérieure ne lui fut étrangère ; il en créa quelques-unes ; il les mania toutes avec habileté et bonheur. Les résultats sont trop nombreux pour que je puisse songer à les analyser ou même à les énumérer tous. Sur cent quarante Mémoires qu'il nous a laissés, plus de la moitié sont des travaux de Géométrie et marquent la place qu'a tenue Laguerre dans ce mouvement dont j'ai parlé plus haut et d'où est sortie la Géométrie moderne.

» Il s'occupa d'abord de représenter d'une façon concrète les points imaginaires du plan et de l'espace ; c'est ainsi, en particulier, qu'il fut amené à comprendre le premier le rôle important que joue l'aire du triangle sphérique dans la Géométrie de la sphère, et à étendre la théorie des foyers à toutes les courbes algébriques planes et sphériques.

» L'étude des courbes et des surfaces algébriques se rattache directement à la théorie des formes homogènes et de leurs invariants ; tout théorème sur ces formes est susceptible, en effet, d'autant d'interprétations géométriques qu'on peut imaginer de systèmes nouveaux de coordonnées. Laguerre a créé deux de ces systèmes : le premier est applicable aux courbes tracées sur les surfaces du second ordre ; le deuxième est ce qu'il a appelé l'*équation mixte* et met en évidence les tangentes qu'on peut mener à la courbe d'un point extérieur. Sa connaissance approfondie de la théorie des formes, alors naissante, lui permit de tirer de ces deux inventions tout le parti possible. Parmi ses résultats, je citerai seulement l'étude qu'il fit d'une surface du troisième ordre, réciproque de celle de Steiner.

» Les courbes et les surfaces anallagmatiques attiraient à cette époque l'attention des géomètres les plus éminents ; plusieurs de leurs propriétés les plus importantes ont été découvertes par Laguerre. Il étudiait en même temps toutes les courbes du quatrième ordre, et en particulier

l'hypocycloïde à trois rebroussements, la cardioïde, la lemniscate, les cassiniennes planes et sphériques, les biquadratiques gauches; ses résultats élégants, qu'il établissait toujours par une démonstration simple et ingénieuse, font nettement ressortir les rapports qui lient entre elles ces questions différentes.

» A côté de la Géométrie algébrique, se développe la Géométrie infinitésimale, à laquelle se rattache l'étude de la courbure des lignes et des surfaces. Cette branche de la Science doit aussi beaucoup à Laguerre. Il y a appliqué tantôt les ressources du Calcul différentiel, tantôt celles des méthodes algébriques qu'il avait créées. Je citerai seulement ses recherches sur les lignes géodésiques et sur la courbure des surfaces anallagmatiques.

» Le célèbre théorème de Poncelet est une interprétation géométrique lumineuse de l'addition des arguments elliptiques. Laguerre l'éclaircit encore, en approfondit les cas particuliers, le rattache aux découvertes de Jacobi, enfin le généralise et l'étend aux fonctions hyperelliptiques. Le théorème d'addition de ces fonctions, si compliqué sous sa forme algébrique, est remarquablement simple et élégant sous son nouveau vêtement géométrique.

» Je ne puis que signaler en passant une ingénieuse extension du théorème de Joachimsthal aux surfaces du second ordre, et j'ai hâte d'arriver à un Mémoire trop peu connu et dont la portée philosophique est très grande. Ce Mémoire, qui a pour titre « Sur les systèmes linéaires », a été publié en 1867 dans le *Journal de l'École Polytechnique*.

» Les substitutions linéaires ont acquis dans l'Analyse une telle importance qu'il nous semble aujourd'hui difficile de traiter une seule question sans qu'elles s'y introduisent. Laguerre devinait déjà, sans doute, l'avenir réservé à cette théorie et il en développait en quelques pages tous les points essentiels. Mais il ne se bornait pas là. Depuis le commencement du siècle, de grands efforts ont été faits pour généraliser le concept de grandeur; des quantités réelles, on s'est élevé aux quantités imaginaires, aux nombres complexes, aux idéaux, aux quaternions, aux imaginaires de Gallois. Le domaine de l'Analyse s'agrandissait ainsi sans cesse et de tous côtés; Laguerre s'élève à un point de vue d'où l'on peut embrasser d'un coup d'œil tous ces horizons. Toutes ces notions nouvelles, et en particulier les quaternions, sont ramenées aux substitutions linéaires.

» Pour faire comprendre la portée de cette vue ingénieuse, qu'il me suffise de rappeler les beaux travaux de M. Sylvester sur ce sujet. Laguerre

applique ces principes à la théorie des formes quadratiques et à celle des fonctions abéliennes, et il retrouve et complète sur divers points les résultats de M. Hermite. Sans doute, il n'y a dans tout cela qu'une notation nouvelle; mais qu'on ne s'y trompe pas : dans les Sciences mathématiques, une bonne notation a la même importance philosophique qu'une bonne classification dans les Sciences naturelles. Le Mémoire que je cite en est d'ailleurs la meilleure preuve. Laguerre touche à toutes les branches de l'Analyse et force, pour ainsi dire, une multitude de faits sans aucun lien apparent à se grouper suivant leurs affinités naturelles.

» Depuis 1874, Laguerre faisait partie du Jury d'admission à l'École Polytechnique. Ces délicates fonctions ne pouvaient être confiées à un examinateur plus compétent et plus scrupuleux. Ces juges si redoutés sont jugés à leur tour, et quelquefois sévèrement, par les candidats malheureux ou par leurs professeurs. Jamais un condamné n'a protesté contre un arrêt de Laguerre. Il savait mieux que personne distinguer le vrai savoir, quelquefois moins brillant, de cette érudition superficielle due à une préparation habile. Aussi quelle souffrance pour lui quand un candidat, dont il avait dès l'abord deviné le mérite, se troublait dans la suite de l'examen et restait au-dessous de lui-même!

» C'est à ce moment de sa vie que j'ai commencé à le connaître et que j'ai pu apprécier, non seulement son rare talent de géomètre, mais sa conscience, sa droiture et sa grande élévation morale. Je me rappellerai toujours avec reconnaissance la complaisance avec laquelle il mettait au service des débutants toutes les ressources d'une érudition vaste et sûre.

» Ses nouvelles fonctions ne détournèrent pas Laguerre de ses recherches géométriques; c'est à cette époque qu'il créa la Géométrie de direction. Il est peu d'exemples qui fassent mieux voir combien l'idée la plus simple peut devenir féconde quand un esprit ingénieux et profond s'en empare. On peut regarder une droite ou un cercle comme la trajectoire d'un point mobile; mais ce point peut parcourir sa trajectoire dans deux sens opposés : c'est ce qui conduit à considérer une droite comme formée de deux semi-droites et un cercle comme formé de deux cycles. De ce point de vue, les autres courbes se répartissent en deux classes : les courbes de direction qui sont susceptibles de se décomposer analytiquement comme la droite en deux trajectoires parcourues en sens contraire, et celles pour lesquelles une semblable décomposition est impossible.

» Le parti que Laguerre a su tirer de cette distinction montre qu'elle

n'est nullement arbitraire. Elle l'a conduit en particulier à une transformation géométrique nouvelle qui promet de n'être pas moins utile que les transformations déjà connues.

» Pour résoudre un problème nouveau, nous cherchons toujours à le simplifier par une série de transformations; mais cette simplification a un terme, car il y a dans tout problème quelque chose d'essentiel, pour ainsi dire, que toute transformation est impuissante à modifier. De là l'importance de la notion générale d'invariant que l'on doit rencontrer dans toute question de Mathématiques; elle devait s'introduire nécessairement dans la théorie des équations différentielles linéaires et fournir le moyen d'amener ces équations, par des opérations convenables, au plus haut degré possible de simplicité.

» Laguerre doit partager avec M. Halphen la gloire d'avoir réalisé ce progrès important; mais l'idée première lui appartient.

» J'arrive à la partie la plus remarquable de l'œuvre de Laguerre, je veux parler de ses travaux sur les équations algébriques. Le théorème de Sturm permettait déjà une discussion complète; la méthode de Newton donnait une approximation rapide et indéfinie. La question semblait donc épuisée. Mais ce n'était pas la première fois que Laguerre, abordant un champ où les esprits superficiels ne croyaient plus avoir rien à glaner, en rapportait une moisson nouvelle.

» La méthode de Sturm, il faut bien le reconnaître, a été plus admirée qu'appliquée. Pour obtenir le nombre des racines réelles d'une équation, on préfère généralement employer des moyens détournés propres à chaque cas particulier; on ne pouvait donc trouver de nouveau qu'en dehors du cas général.

» La démonstration classique de la règle des signes de Descartes est d'une grande simplicité; Laguerre en a trouvé une plus simple encore. Ce n'eût été là qu'un avantage secondaire, mais la démonstration nouvelle s'applique non seulement aux polynômes entiers, mais encore aux séries infinies. Ainsi transformé, le théorème de Descartes devient un instrument d'une flexibilité merveilleuse; manié par Laguerre, il le conduit à des règles élégantes, bien plus simples que celle de Sturm et s'appliquant à des classes très étendues d'équations. Une d'elles, qui, à vrai dire, est aussi compliquée que celle de Sturm, a le même degré de généralité. Laguerre ne s'y arrête pas d'ailleurs, attiré plutôt vers les cas particuliers simples par son instinct scientifique.

» La méthode de Newton consiste à remplacer l'équation à résoudre par

une équation du premier degré qui en diffère très peu; Laguerre la remplace par une équation du deuxième degré qui en diffère moins encore. L'approximation est plus rapide; de plus, la méthode n'est jamais en défaut, au moins quand toutes les racines sont réelles. Le procédé nouveau est surtout avantageux quand le premier membre de l'équation est un de ces polynômes qui satisfont à une équation linéaire et dont le rôle analytique est si important. Je ne puis non plus passer sous silence une méthode ingénieuse pour séparer et calculer les racines imaginaires, mais dont Laguerre n'a pas eu le temps de tirer toutes les conséquences.

» Quelles sont, parmi ces propriétés, celles qui s'étendent aux équations transcendantes? Laguerre s'en préoccupe et est ainsi amené à approfondir la classification en genres des transcendantes entières; personne ne s'est avancé aussi loin que lui dans cette théorie, l'une des plus difficiles de l'Analyse.

» L'étude des fractions continues algébriques nous permettra sans doute un jour de représenter les fonctions par des développements beaucoup plus convergents que les séries de puissances; mais peu de géomètres ont osé s'aventurer dans ce domaine inconnu qui nous réserve bien des surprises; Laguerre y fut conduit par ses recherches sur les polynômes qui satisfont à une équation linéaire. De tous les résultats qu'il obtint, je n'en veux citer qu'un, parce que c'est le plus surprenant et le plus suggestif. D'une série divergente, on peut déduire une fraction continue convergente : c'est là un nouveau mode d'emploi légitime des séries divergentes qui est sans doute destiné à un grand avenir.

» Tel est ce vaste ensemble de travaux algébriques et analytiques où Laguerre a su, chose rare, s'élever aux aperçus généraux sans perdre jamais de vue les applications particulières et même numériques.

» Je m'arrête dans cette longue énumération de découvertes; je n'ai pu être court, et je n'ai pas même l'excuse d'avoir été complet, puisque je n'ai signalé ni les applications de la méthode de Monge ni celles du principe du dernier multiplicateur; mais la prodigieuse fécondité de Laguerre rendait ma tâche difficile.

S'il était vrai qu'on ne pût rencontrer la gloire sans la chercher, Laguerre serait resté toujours ignoré; mais, heureusement, ses beaux travaux lui avaient attiré l'estime et bientôt l'admiration des juges les plus compétents, et il ne devait pas attendre en vain qu'on lui rendît justice. L'Institut lui ouvrit ses portes le 11 mai 1885; peu de temps après, M. Ber-

trand lui confiait la suppléance de la chaire de Physique mathématique au Collège de France.

» Il est triste de penser que Laguerre ne put jouir que pendant peu de mois de cette double et légitime récompense. Il eut encore le temps, cependant, dans les quelques Leçons qu'il fit au Collège de France, d'exposer sous un jour tout nouveau cette belle théorie de l'attraction des ellipsoïdes, qu'il avait complétée par ses travaux personnels. Il siégea à peine à l'Académie des Sciences. Les examens d'entrée à l'École Polytechnique l'en éloignèrent d'abord, puis la maladie l'obligea à quitter toutes ses occupations.

» Sa santé, qui avait été toujours délicate, usée par un travail incessant et opiniâtre, était irrémédiablement perdue. Malgré les soins pieux dont Laguerre était entouré, le mal fit pendant six mois de continuels progrès. Il mourut, le 14 août 1886, dans sa ville natale, à Bar-le-Duc.

» Il sera regretté non seulement de ses amis, mais de tous les hommes qui s'intéressent à la Science et qui savent combien de secrets il a emportés dans la tombe. »

ASTRONOMIE. — *Méthode générale pour la détermination de la constante de l'aberration. Calcul de l'azimut de la direction horizontale du mouvement terrestre;* par M. **M. Lœwy**.

« A l'aide de la Table fournie dans les *Comptes rendus* du 23 mai, page 1401, il sera maintenant facile de déterminer les deux azimuts relatifs à la direction horizontale du mouvement terrestre. En désignant par $\odot'$ et $t_{,}$ la longitude et le temps sidéral à midi moyen, par $d\odot'$ la variation de la longitude pour une heure, par $\odot$ le nombre de degrés seuls de la longitude du Soleil en laissant de côté les minutes et les secondes, par t le temps sidéral tiré de la Table avec l'argument $\odot$, par dt la variation tabulaire pour une minute d'arc, par $\odot_{,}$ la longitude du Soleil pour l'époque $t_{,}$ que l'on conclura facilement au moyen de $t - t_{,}$ et de $d\odot'$, par $t + x$ l'époque T où la direction du mouvement est horizontale, par $\odot_{,,}$ la longitude correspondant à cette époque T, alors on arrive à l'équation suivante, déterminant x,

$$x = \frac{(\odot_{,} - \odot)\,dt}{1 - dt\,d\odot'} = (\odot_{,} - \odot)\,dt$$

Le produit $(\odot_{,} - \odot)\,d\odot' dt^2$, atteignant tout au plus une demi-seconde de temps, est entièrement négligeable. Cette dernière formule $x = (\odot_{,} - \odot)\,dt$ donne x à une seconde près, approximation qui est plus que suffisante pour le but poursuivi. A l'aide de cette valeur de x on conclura ensuite facilement la longitude et la direction horizontale du mouvement terrestre.

» Pour mieux faire comprendre le procédé, effectuons une application pratique. Le 15 octobre 1887, on désire connaître à Paris les heures et les azimuts relatifs à la direction horizontale du mouvement.

» La *Connaissance des Temps* fournit, pour le 15 octobre, $\odot' = 201^\circ 48',55$, $d\odot' = 2',482$, $t_{,} = 13^h 34^m 47^s$; en forçant la valeur approchée $\odot'$, il résulte $\odot = 202^\circ$. Avec cet argument 202° on tire de la Table $t = 15^h 23^m 7^s$, $dt = 0^m,055$. On aura après, pour l'époque $t_{,}$ $\odot_{,} = 201^\circ 53',03$ et, par suite, successivement, $x = -6,97 \times 0^m,055 = -23^s$, $T = 15^h 22^m 44^s$, $\odot_{''} = 201^\circ 53',01$ et $a = 124^\circ 7',9$. Pour déduire les éléments analogues relatifs au lever, il faut répéter les mêmes opérations en prenant comme point de départ l'argument $202^\circ - 180^\circ = 22^\circ$. On obtient ainsi les valeurs suivantes :

$$t = 23^h 47^m 2^s, \qquad dt = 0^m,087, \qquad \odot' = 202^\circ 13',88, \qquad x = +1^m 12^s$$

et ensuite

$$\odot_{''} = 202^\circ 13',93, \qquad T = 23^h 48^m 14^s, \qquad a = -124^\circ 2',2.$$

» Ces calculs préliminaires ayant été effectués, on peut facilement déterminer les coordonnées équatoriales des quatre étoiles. En effet, on dispose maintenant de l'heure T et de l'azimut a_0, relatifs à la direction horizontale du mouvement de la Terre; mais, en vertu de ce qui précède, a_0 et $180^\circ + a_0$ représentent également les azimuts des deux médianes. On connaît, en outre, la hauteur des quatre étoiles au moment de l'observation, en partant de la formule théorique $\sin h = \cos^2 \frac{\Delta}{2}\cdot$ Toutefois, rien n'empêche de choisir pour cet élément une valeur plus forte si l'on désire effectuer les mesures plus près du zénith. En tout état de choses, voici le procédé à suivre. En appelant A la différence azimutale entre les deux étoiles du premier couple, différence qui reste aussi la même pour le second couple, par $a_{,}$, $a_{''}$ et $a_{'''}$, a_{iv} les azimuts des quatre étoiles, par φ la latitude du lieu, on aura d'abord $\sin \frac{\Delta}{2} = \cos h \sin \frac{A}{2}$, relation qui fait con-

naître A et ensuite

$$a_{,} = a_0 - \frac{A}{2}, \qquad a_{,,,} = 180 + a_0 - \frac{A}{2},$$
$$a_{,,} = a_0 + \frac{A}{2}, \qquad a_{IV} = 180 + a_0 + \frac{A}{2}.$$

» Étant connus les azimuts et la hauteur h des quatre astres, on peut calculer par les formules de transformation usuelles les coordonnées équatoriales

$$\cos h \cos\left(a_0 - \frac{A}{2}\right) = R' \sin r', \qquad \cos h \cos\left(a_0 + \frac{A}{2}\right) = R'' \sin r'',$$
$$\sin h = R' \cos r', \qquad \sin h = R'' \cos r'',$$
$$\sin \delta' = R' \sin(\varphi - r'), \qquad \sin \delta'' = R'' \sin(\varphi - r''),$$
$$\cos \delta' \sin(T - \alpha') = \cos h \sin\left(a_0 - \frac{A}{2}\right), \qquad \cos \delta'' \sin(T - \alpha'') = \cos h \sin\left(a_0 + \frac{A}{2}\right),$$
$$\cos \delta' \cos(T - \alpha') = R' \cos(\varphi - r'), \qquad \cos \delta'' \cos(T - \alpha'') = R'' \cos(\varphi - r'').$$

» Dans ces équations on peut regarder R' et R'' comme des quantités positives. Pour déduire les coordonnées du second couple, on n'a pas à répéter les calculs de R' et R'' dont les valeurs numériques restent les mêmes, mais il faut changer les signes de r' et r''.

$$\sin \delta''' = R' \sin(\varphi + r'), \qquad \sin \delta^{IV} = R'' \sin(\varphi + r''),$$
$$\cos \delta''' \sin(T - \alpha''') = -\cos h \sin\left(a_0 - \frac{A}{2}\right), \qquad \cos \delta^{IV} \sin(T - \alpha^{IV}) = -\cos h \sin\left(a_0 + \frac{A}{2}\right),$$
$$\cos \delta''' \cos(T - \alpha''') = R' \cos(\varphi + r'), \qquad \cos \delta^{IV} \cos(T - \alpha^{IV}) = R'' \cos(\varphi + r'').$$

» On peut donc, comme on le voit, se procurer sans difficulté les coordonnées des deux couples permettant d'arriver au but désiré. A l'aide des Catalogues, il sera facile de reconnaître les belles étoiles dans l'espace dont les positions se trouvent d'accord avec les exigences théoriques. En tenant compte de la coïncidence des éléments relatifs aux longitudes différant de 180°, il y aurait environ 365 groupes de 4 étoiles réalisant rigoureusement les conditions géométriques du problème; mais, en abandonnant le point de vue purement théorique, il existe un nombre infini d'autres couples d'étoiles parfaitement appropriés à l'exécution de l'étude. En effet, il n'est pas absolument nécessaire de se livrer aux calculs préliminaires de la page 1651, faisant connaître l'époque exacte et l'azimut correspondant à la direction horizontale du mouvement : on peut se contenter

d'emprunter directement à la Table l'azimut pour une heure sidérale quelconque et déduire ensuite les coordonnées équatoriales à l'aide des données approchées. En agissant ainsi, le très faible inconvénient qui en résulte est que l'angle $\mathfrak{L}$ figurant dans les formules (*Comptes rendus*, p. 1213), ne pourra jamais devenir rigoureusement o. Toutefois, pour des raisons faciles à trouver, le minimum de $\mathfrak{L}$ restera nécessairement inférieur à 1°, angle dont le cosinus ne diffère de l'unité que de 0,0002. Dès lors, le coefficient maximum de k ne diminuera que de $\frac{2}{10000}$ parties de sa valeur, quantité absolument négligeable.

» Les divers théorèmes que nous avons successivement établis, les formules développées ainsi que les considérations sur lesquelles nous nous sommes appuyés permettent, nous l'espérons, de se rendre compte de l'esprit de la nouvelle méthode et de l'ensemble des opérations à effectuer. Nous avons encore à faire connaître les conditions les plus rationnelles pour l'exécution pratique.

» Nous avons démontré plus haut que les lectures combinées à une époque quelconque conduisent à la relation suivante :

Première époque. Deuxième époque.

$$l' - l_{,} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 4k \sin\frac{\Delta}{2}\sin\frac{\Delta'}{2}\cos\mathfrak{L}, \qquad l'' - l_{,,} = \gamma_{,,} - \gamma_{,} + 4k\sin\frac{\Delta}{2}\sin\frac{\Delta'}{2}\cos\mathfrak{L}_{1};$$

en prenant pour point de départ la base théorique, ce qui d'ailleurs conviendra dans le plus grand nombre de cas, il faut admettre $\frac{\Delta}{2} = \frac{\Delta'}{2} = 45°$, $\mathfrak{L}$ représentant alors rigoureusement l'angle formé par la direction du mouvement terrestre avec la ligne d'intersection commune de l'écliptique du plan des deux médianes et de l'horizon. Pour faciliter la discussion, nous allons supposer que $\mathfrak{L}$, à la seconde époque, est égal à $180° - \mathfrak{L}$; on aura ainsi

$$(l' - l_{,}) - (l'' - l_{,,}) = 8k\sin^2\frac{\Delta}{2}\cos\mathfrak{L} = 4k\cos\mathfrak{L}.$$

» En effectuant les deux mesures à six mois d'intervalle, aux deux moments où $\mathfrak{L} = 0$ et $\mathfrak{L}_{,} = 180°$, la quantité mesurée et connue

$$(l' - l_{,}) - (l'' - l_{,,})$$

sera alors égale à $4k$. Le coefficient C de k figurant dans cette équation atteint donc la valeur notable de 4, tandis que dans la méthode ordinaire il n'est au maximum que de 2. Ce chiffre élevé de C, ainsi que la faculté si

précieuse dont on dispose ici de pouvoir effectuer toujours les observations dans les conditions géométriques les plus favorables, offrent la facilité de pouvoir éviter les observations de jour. Mais, pour atteindre ce but, il faut faire un léger sacrifice, en renonçant à obtenir pour C le nombre maximum de 4; en se contentant d'un chiffre un peu inférieur, 3 par exemple, on pourra réaliser tout l'ensemble des mesures dans le courant de la soirée. En effet, en posant successivement $4\cos\mathcal{L} = 3$ et $4\cos\mathcal{L} = 1$, on aura respectivement $\mathcal{L} = 41°26'$ et $\mathcal{L} = 75°31'$. L'angle $\mathcal{L} = \odot$ moins une constante variera avec la longitude du Soleil et passera successivement de 0° à 180°.

» En commençant les observations le jour où $\mathcal{L} = 41°26'$, et en les terminant au moment où $\mathcal{L} = 180° - 41°26'$, $\odot$ aura varié de 97°8'; le temps écoulé entre ces deux époques sera donc d'environ quatre-vingt-dix-huit jours, et, d'autre part, un intervalle d'environ cinq semaines sépare les deux moments où $\mathcal{L}$ est respectivement 41°26' et 75°31'. Comme on le constate maintenant, dans trois mois et huit jours, on pourra effectuer toute la série des mesures nécessaires à la détermination de k, et, en combinant les observations des cinq premières semaines avec celles des cinq dernières semaines de l'intervalle trimestriel considéré, on obtiendra toujours pour le coefficient de k un nombre variant de 1 à 3 et en moyenne égal à 2.

» Pour pouvoir réaliser toutes ces observations dans le courant de la soirée et éviter les observations de jour, il faut s'appuyer sur les considérations suivantes. On peut commencer la mesure de chaque paire de couples à deux époques différentes de l'année, aux deux moments où $\mathcal{L}$ est 41°26' ou 180° − 41°26'; on choisira naturellement l'époque initiale correspondant à l'heure la plus avancée de la nuit. En revenant à l'exemple donné (p. 1651), on se rendra plus facilement compte de l'application de la règle à suivre. Le 15 octobre, à l'heure sidérale $15^h 22^m 44^s$, la direction du mouvement est horizontale et l'azimut $= 124°7',9$. A l'aide de ces éléments, on calculera les coordonnées équatoriales de deux couples; nous supposons choisies dans l'espace les étoiles correspondant à ces coordonnées. En procédant à l'étude, on verra donc pendant toute l'année les quatre étoiles à l'heure sidérale $15^h 22^m 44^s$ à la hauteur de 30° au-dessus de l'horizon, $\sin h$ étant égal à $\cos^2 \frac{\Delta}{2} = \frac{1}{2}$. Le 15 octobre, l'angle $\mathcal{L}$ sera égal à 0, mais à cette époque, le temps sidéral à midi étant $13^h 34^m 47^s$, les mesures devraient être nécessairement effectuées dans le jour et *a fortiori*, si l'on veut les commencer quarante-deux jours après,

quand $\mathcal{L} = 41°26'$. Mais, six mois plus tard, $\mathcal{L}$ sera $180°$: l'heure sidérale de $15^h 22^m 44^s$ correspondra alors à 2^h du matin environ. On commencera donc l'observation des deux couples choisis au moment où $\mathcal{L} = 221°26'$, c'est-à-dire au commencement de juin, et on les terminera vers le milieu de septembre, lorsque $\mathcal{L} = 320°$. Voilà le procédé si l'on veut limiter les recherches à un intervalle de quatre-vingt-dix-huit jours, mais il sera plus judicieux de continuer les observations aussi longtemps que l'on pourra le faire; on aura alors le double avantage d'avoir le coefficient de C plus grand que 3 et, d'un autre côté, les chances de trouver des observations conjuguées correspondantes seront plus nombreuses.

» Nous avons admis que les mesures des deux couples seront toujours effectuées au même instant physique. Bien entendu, la réalisation de cette condition n'est nécessaire que d'une manière approchée, car on peut faire abstraction de la dilatation du miroir et de la réfraction pendant quelques minutes. Voici toutefois le procédé permettant de réaliser presque complètement les coïncidences des deux mesures. On choisira les étoiles de telle façon que l'un des couples arrive, par exemple, dix minutes avant l'autre à l'époque d'égale hauteur et on les pointera alternativement de dix minutes en dix minutes durant tout le laps de temps, de une heure à une heure et demie, disponible dans chaque soirée pour l'exécution du travail. En agissant ainsi, on arrive au résultat voulu ; en effet, si l'on désigne par l_1, l_3, l_5, ... les lectures successives relatives au premier couple, par l_2, l_4, l_6, ... celles relatives au second couple, il suffit de faire la combinaison $\frac{\frac{l_1+l_3}{2}+l_2}{2}$, $\frac{\frac{l_2+l_4}{2}+l_3}{2}$ pour atteindre la simultanéité des mesures d'une manière tout à fait satisfaisante.

» En supposant maintenant que l'on consacre une heure dans chaque soirée à l'observation des deux couples conjugués, on pourrait, en cette occurrence, entreprendre successivement d'heure en heure l'étude d'autres groupes d'étoiles. Afin d'établir pour ce travail une base pratique et sûre, on calculera, à l'aide de la Table publiée dans les *Comptes rendus* (p. 1401), pour des variations de la longitude de 15° en 15°, les coordonnées de vingt-quatre paires et couples d'étoiles; on aura ainsi à sa disposition une sorte d'éphémérides indiquant les positions qui peuvent être choisies. Ce procédé offre non seulement l'avantage de pouvoir contrôler les calculs par la marche des différences, mais procure encore le moyen de déduire, par voie d'interpolation, pour une valeur quelconque de l'ar-

gument, les ascensions droites et les déclinaisons conformes aux exigences théoriques du problème. Par le choix ainsi illimité de solutions possibles on arrivera à disposer dans l'étude pratique de couples d'étoiles très brillantes.

» On voit maintenant toute la facilité d'application que présente la nouvelle méthode et le haut degré d'exactitude dont elle est susceptible ; nulle erreur instrumentale n'existe ici et aucune correction physique n'intervient dans l'emploi de la méthode générale. Le seul élément jouant un rôle dans cette recherche est la valeur du tour de vis, mais on sait déterminer cette quantité avec toute l'exactitude nécessaire ; d'ailleurs on possède encore la faculté de pouvoir rendre l'étude indépendante même de cette constante.

» Nous ferons connaître le procédé particulier d'observation dans une Communication ultérieure. »

PHYSIQUE. — *Sur la synchronisation d'une oscillation faiblement amortie. Indicatrice de synchronisation représentant le régime variable.* Note de M. **A. Cornu.**

« La théorie exposée précédemment (p. 1463) permet de traiter les cas les plus divers qui peuvent se présenter et de prévoir toutes les circonstances du régime variable aussi bien que du régime stable qui le suit. Mais la forme analytique sous laquelle elle est exposée, si bien appropriée au cas où la force synchronisante est une fonction *continue* du temps, offre quelques difficultés lorsque la force est discontinue, à cause de l'emploi de la série de Fourier et du nombre considérable de termes nécessaires à la représentation exacte de ce genre de fonctions. Ce cas d'une fonction discontinue est cependant fort important dans les applications (notamment à l'horlogerie) où l'on utilise une action presque instantanée pour produire la synchronisation.

» Il paraît donc utile de le considérer à part et de le traiter par une méthode spéciale, sauf à vérifier la concordance des résultats.

» Nous prendrons comme types les conditions suivantes, qui répondent à certains problèmes pratiques :

» 1° *Le système oscillant est soumis périodiquement à l'action d'une force instantanée très petite;*

» 2° *La période Θ de cette force diffère peu de la période* T *d'oscillation libre du système;*

» 3° *Le coefficient d'amortissement de l'oscillation est très faible.*

» (Nous appellerons *force instantanée* une force agissant pendant un temps assez court pour qu'on puisse négliger le déplacement du système pendant la durée de l'application de cette force : elle est *très petite* lorsqu'elle ne produit qu'une variation relative très petite de la vitesse; enfin nous dirons que le *coefficient d'amortissement* est *très faible* lorsqu'on peut négliger devant l'unité le carré du produit αT de ce coefficient par la période T d'oscillation libre.)

» La méthode que nous emploierons est fondée sur la représentation géométrique d'un mouvement quelconque par une courbe dont chaque point a pour abscisse le déplacement à une époque donnée et pour ordonnée une longueur proportionnelle à la vitesse au même instant. Ce mode de représentation, suggéré par les propriétés de l'oscillation pendulaire simple (dont la courbe représentative coïncide avec un cercle lorsque le facteur de proportionnalité de la vitesse $K = T : 2\pi$), s'applique d'une manière particulièrement élégante à l'oscillation amortie. Dans ce cas, les axes de coordonnées sont obliques : leur angle ζ et le coefficient de proportionnalité sont respectivement donnés par

(8) et (9) $$\tang\zeta = \frac{2\pi}{\alpha T}, \qquad K = \frac{T \sin\zeta}{2\pi}.$$

La courbe représentative est une spirale logarithmique dont le rayon vecteur coupe la courbe sous l'angle ζ et se déplace avec la vitesse angulaire constante $2\pi : T$ (¹).

(¹) On démontre aisément tous ces résultats en identifiant les valeurs de l'abscisse x et de l'ordonnée y d'une spirale logarithmique $\rho = Ae^{-\beta\omega}$ (ω étant compté à partir de l'axe des y), rapportée à des coordonnées obliques d'angle ζ avec le déplacement θ et la vitesse $\frac{d\theta}{dt}$ multipliée par le facteur indéterminé K

$$\theta = Ae^{-\alpha t}\sin 2\pi\frac{t}{T}, \qquad \frac{d\theta}{dt} = Ae^{-\alpha t}\left(-\alpha\sin 2\pi\frac{t}{T} + \frac{2\pi}{T}\cos 2\pi\frac{t}{T}\right)$$

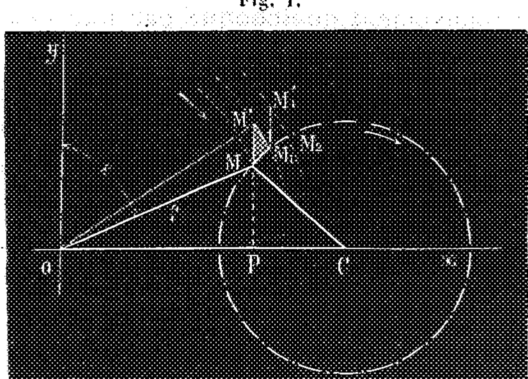
(l'origine du temps coïncidant avec une époque où le déplacement est nul); on a à identifier

$$\left.\begin{array}{l} x = \theta, \\ y = k\dfrac{d\theta}{dt} \end{array}\right\} \quad \text{avec} \quad \frac{x}{\sin\omega} = \frac{y}{\sin(\zeta-\omega)} = \frac{\rho}{\sin\zeta};$$

» Il résulte de ce mode de figuration qu'une oscillation quelconque, pendulaire ou amortie, est représentée par un *vecteur*, c'est-à-dire par une droite ρ issue d'une origine fixe mesurant l'amplitude à l'époque t et faisant avec une direction fixe un angle $\omega = \frac{2\pi t}{T}$, mesurant le temps écoulé depuis un déplacement nul. On peut ainsi utiliser toutes les relations simples que fournit la *composition* des vecteurs.

» 1° *Force instantanée périodique appliquée à une oscillation pendulaire simple.* — Considérons d'abord le cas extrême où l'amortissement est nul : à une époque donnée, représentée par l'angle $\omega = y$OM (*fig.* 1), l'oscilla-

Fig. 1.



tion étant figurée par le vecteur OM (dont l'abscisse OP mesure le déplacement et l'ordonnée PM, divisée par K, la vitesse), la force instantanée accroît brusquement la vitesse PM de MM', sans que le déplacement OP soit modifié; l'oscillation subséquente est représentée par la projection du point M' qui décrit le cercle de rayon OM' d'un mouvement uniforme tel que, après le temps T, le point M' revient en M' et le dépasse si le système reste libre.

» Mais, au bout du temps θ (la figure suppose $\theta > T$), lorsque M' est arrivé en M_1, une nouvelle percussion a lieu qui ajoute à l'ordonnée de M_1 l'accroissement constant $M_1M'_1 = u$, et ainsi de suite. On voit que, à chaque percussion, l'amplitude OM et la phase sont modifiées de quantités différentes suivant l'angle ω, ce qui constitue un régime variable pour le mouvement oscillatoire du système.

---

on trouve $\beta = \alpha$, $\omega = 2\pi \frac{t}{T}$, $A = \mathcal{A} \sin\zeta$, ainsi que (8) et (9). (Voir *Annales de l'Observatoire*, Mémoires, t. XIII, p. A.161.)

» Ce régime variable serait entièrement défini si l'on connaissait la loi de variation avec le temps de l'amplitude et de la phase. Le mode actuel de représentation, qui peint si bien les altérations élémentaires dues à chaque percussion, fournit aussi une image très simple du régime variable. En effet, cherchons le lieu du point M et la vitesse moyenne avec laquelle ce point s'y déplace; grâce aux hypothèses admises sur la petitesse relative de l'accroissement de la vitesse et de la différence des périodes, on peut traiter les longueurs $MM' = u$ et $M'M_1 = \rho(\theta - T)\frac{2\pi}{T}$ comme des différentielles, l'élément de temps étant la période θ. Joignant MM_1, on forme un triangle infinitésimal dont les côtés MM' et $M'M_1$ sont respectivement perpendiculaires à OP et OM; si l'on mène la droite MC perpendiculaire au troisième côté MM_1, on obtient un triangle fini COM qui reste toujours semblable au premier; les relations de similitude donnent

$$(10)\quad \frac{M'M_1 = 2\pi\rho\dfrac{\theta - T}{T}}{OM = \rho} = \frac{M'M = u}{OC} = \frac{MM_1}{MC}, \quad \text{d'où} \quad \left\{ \begin{aligned} OC &= \frac{uT}{2\pi(\theta - T)}, \\ \frac{1}{\theta}\frac{MM_1}{MC} &= \frac{2\pi}{T}\frac{\theta - T}{\theta}. \end{aligned} \right.$$

Ainsi le côté OC est constant; la normale à l'élément MM_1 passe donc toujours par un point fixe : le lieu cherché est donc un cercle. En outre, le rapport au rayon CM de l'arc MM_1, censé décrit pendant la période θ, est constant.

» Si, pour abréger, on désigne sous le nom d'*indicatrice de synchronisation* le lieu précédent, qui définit la loi de variation avec le temps de l'amplitude et de la phase pendant le régime variable, on en conclura :

» *Dans le cas de l'oscillation pendulaire simple de période* T, *modifiée par une force instantanée* u *de période* θ, *peu différente de* T, *l'indicatrice de synchronisation est un cercle dont le centre, situé sur l'axe représentatif des déplacements à une distance de l'origine égale à* $\frac{u}{2\pi}\frac{T}{\theta - T}$, *est décrit avec une vitesse angulaire uniforme* $\frac{2\pi}{\mathfrak{C}} = 2\pi\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{\theta}\right)$.

» *Le rayon du cercle dépend de l'amplitude et de la phase initiales.*

» On reconnaît que l'amplitude varie périodiquement avec le temps, comme les rayons vecteurs de l'origine menés à ce cercle, et que la période est $\mathfrak{C}$. Le système oscillant exécute donc de véritables *battements* : le régime variable subsiste indéfiniment et le régime stable ne peut jamais

s'établir. Nous retrouvons ici le résultat prévu par la théorie générale, à savoir que le régime stable ne peut s'établir qu'avec une oscillation amortie.

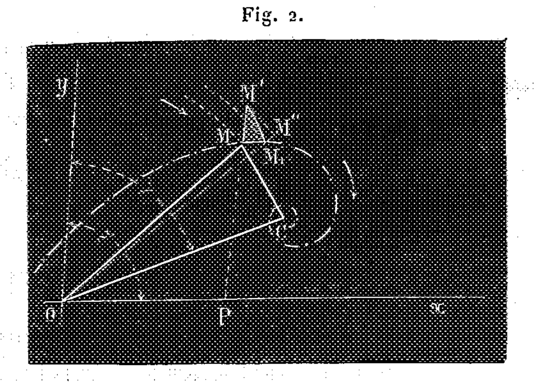
» La phase varie aussi périodiquement, mais de deux manières, très différentes suivant le rayon du cercle indicateur. Si l'origine est extérieure au cercle, cette phase, mesurée par l'angle du vecteur avec la ligne du centre, oscille entre les valeurs angulaires correspondant aux tangentes menées de l'origine au cercle : il y a donc une sorte de synchronisation périodique avec une erreur alternativement positive et négative. Si, au contraire, l'origine est intérieure au cercle indicateur, la phase varie d'une manière continue avec le temps : le système perd ou gagne une période T à chaque période ϖ, suivant le sens de la description du cercle. Le système échappe donc à la liaison synchronique, et la synchronisation, même imparfaite, du cas précédent, est impossible.

» Il importe de remarquer cette conséquence curieuse, que, l'impulsion synchronisante restant la même, le choix des conditions initiales peut conduire à l'une ou à l'autre de ces deux espèces de régimes périodiques.

» *Remarque.* — Pour la simplicité de la démonstration, on a supposé une force à la fois instantanée et très petite : on démontre aisément que ces deux restrictions ne sont pas nécessaires, à la condition de remplacer l'intensité u de la percussion par le produit du moment de la force (constante pendant l'intervalle de temps 2δ) par deux fois le sinus de $\frac{\pi\delta}{T}$ et l'époque de la percussion par l'époque moyenne de l'action.

» 2° *Force instantanée périodique appliquée à une oscillation faiblement amortie.* — A l'époque ω, l'oscillation est figurée par le vecteur OM

Fig. 2.



(*fig.* 2) : l'accroissement MM' de la vitesse est porté sur l'ordonnée oblique PM; le déplacement de M', représentatif de l'oscillation subsé-

quente, s'effectue non pas sur un cercle M′M″, mais sur un arc de spirale logarithmique $\rho = \mathcal{A} e^{-\alpha t}$ qui, au bout du temps θ, aboutit en M_1. L'amortissement très petit produit la diminution $M''M_1$ du rayon vecteur, diminution qu'on regardera aussi comme une différentielle et qu'on calculera en développant l'exponentielle à l'approximation convenue :

$$M''M_1 = -\rho\alpha\theta,$$

» On obtient ainsi un triangle infinitésimal $MM'M_1$ et l'on construit aisément un triangle fini qui lui reste semblable, OMC, dont les côtés sont respectivement inclinés sur ceux du premier d'un même angle $\gamma = M'M_1M''$: cet angle γ, évidemment invariable, est donné par l'expression

$$(11) \qquad \operatorname{tang}\gamma = \frac{M'M''}{M_1M''} = \frac{2\pi\dfrac{\theta - T}{T}}{\alpha\theta}, \qquad \sin\gamma = \frac{2\pi\dfrac{\theta - T}{T}}{\sqrt{\alpha^2\theta^2 + 4\pi^2\left(\dfrac{\theta - T}{T}\right)^2}}.$$

» Les relations de similitude donnent

$$(12) \qquad \frac{M'M_1 = \rho\sqrt{\alpha^2\theta^2 + 4\pi^2\left(\dfrac{\theta - T}{T}\right)^2}}{OM = \rho} = \frac{M'M = u}{OC} = \frac{MM_1}{MC},$$

$$\text{d'où} \quad \left\{ \begin{aligned} &OC = \frac{u}{\sqrt{\alpha^2\theta^2 + 4\pi^2\left(\dfrac{\theta - T}{T}\right)^2}} \\ &\frac{\sin\gamma}{\theta}\,\frac{MM_1}{MC} = \frac{\sin\gamma}{\theta}\sqrt{\alpha^2\theta^2 + 4\pi^2\left(\frac{\theta - T}{T}\right)^2}. \end{aligned} \right.$$

» Il résulte de la valeur constante de OC que le lieu du point M est une courbe dont le rayon vecteur, passant par un point fixe, coupe la courbe sous l'angle constant γ. Donc :

» *Dans le cas de l'oscillation faiblement amortie de période* T, *modifiée par une force instantanée u de période* θ, *peu différente de* T, *l'indicatrice de synchronisation est une spirale logarithmique dont le point asymptotique est situé à une distance de l'origine égale à*

$$(13) \qquad \mathcal{B} = \frac{u}{\sqrt{\alpha^2\theta^2 + 4\pi^2\left(\dfrac{\theta - T}{T}\right)^2}} = \frac{uT}{2\pi(\theta - T)}\sin\gamma,$$

sur une droite faisant avec l'axe représentatif des vitesses le même angle γ,

(14) $$\tang\gamma = \frac{2\pi}{\alpha\theta}\frac{\theta - T}{T} = \frac{2\pi}{\alpha\mathfrak{T}},$$

que la spirale fait avec le rayon vecteur du point asymptotique.

» *Elle est décrite par ce rayon vecteur avec une vitesse angulaire constante* $\frac{2\pi}{\mathfrak{T}}$.

» L'existence d'un point asymptotique démontre intuitivement que le mouvement tend vers un régime stable, c'est-à-dire vers une oscillation pendulaire simple représentée par le vecteur OC du point asymptotique : l'amplitude limite est donc $\mathfrak{B}$ et la phase limite $2\pi\Phi = \gamma$, expressions (13) et (14).

» La vérification de la théorie générale est donc complète; elle va même plus loin qu'on ne pourrait s'y attendre, car elle s'étend jusqu'à l'identification des expressions (13) et (14) respectivement avec (5) et (6), p. 1465 : il suffit, en effet, dans ces dernières, de négliger $\alpha^2 T^2$ ou $\alpha^2\theta^2$ devant $4\pi^2$ et $\theta - T$ devant T ou θ. Cette identification prouve que la percussion instantanée équivaut ici à une force périodique pendulaire.

» La discussion de la spirale indicatrice montre que, pendant le régime variable, il peut se présenter deux cas différents suivant que les volutes de la spirale parcourues par le point représentatif embrassent ou non l'origine : le système oscillant peut donc, pour certaines conditions initiales, échapper d'abord complètement à la liaison synchronique; mais la synchronisation parvient toujours à s'établir, d'abord imparfaite et périodique, finalement parfaite et stable.

» *Vérifications expérimentales.* — En raison de l'importance et de la simplicité de ces résultats, j'ai cherché une vérification expérimentale décisive : j'ai pensé qu'elle ne laisserait rien à désirer si le système oscillant enregistrait lui-même son indicatrice de synchronisation. L'application de la méthode optique et des phénomènes décrits précédemment (p. 1466), jointe à l'emploi de la Photographie, m'ont permis d'atteindre ce résultat.

» Le système oscillant choisi est un lourd pendule battant à peu près la seconde ($T = 2^s \pm \varepsilon$); les oscillations sont amorties par un barreau aimanté, fixé transversalement à la tige, dont l'un des pôles oscille dans l'axe d'un tube de cuivre rouge, ou mieux d'un solénoïde à circuit fermé : cette dernière disposition permet de faire varier le coefficient d'amortissement (d'ailleurs toujours très faible) entre de grandes limites, par l'inter-

calation de résistances extérieures. La force synchronisante est produite par l'action d'un courant électrique envoyé toutes les deux secondes ($\Theta = 2^s$) par une horloge astronomique; ce courant traverse un solénoïde enveloppant l'autre pôle de l'aimant précité et l'attire périodiquement pendant une fraction de seconde. Un miroir plan, fixé au couteau de suspension, permet de faire réfléchir un rayon lumineux dans un plan vertical et d'obtenir une déviation proportionnelle au déplacement angulaire θ du pendule; il reste à produire, à l'aide d'un appareil auxiliaire, une déviation horizontale proportionnelle à la vitesse $\frac{d\theta}{dt}$ et à composer ces déviations.

» Cet appareil n'est autre qu'un galvanomètre à miroir, du type Deprez-d'Arsonval, à cadre très léger, recevant le courant induit par les pôles de deux longues aiguilles d'acier aimanté, fixées au bas du pendule et oscillant dans l'axe de quatre longs solénoïdes. Les éléments de ce galvanomètre ont été choisis de manière que le régime stable d'oscillation du cadre reproduise aussi fidèlement que possible à chaque instant la vitesse d'oscillation du pendule.

» La reproduction exacte est théoriquement impossible, puisqu'il existe inévitablement une différence de phase entre la force synchronisante et le mouvement synchronisé (p. 1465); mais, par un choix convenable de la durée d'oscillation propre du galvanomètre ($\frac{1}{2}$ seconde) et l'affaiblissement suffisant de son coefficient d'amortissement [1], on peut réduire la différence de phase à une fraction négligeable.

» Dans l'appareil ainsi combiné, le régime stable est atteint en cinq ou six secondes, et la déviation du galvanomètre est à chaque instant sensiblement proportionnelle à la vitesse angulaire du pendule.

» L'image d'une étincelle d'induction condensée éclatant entre deux pôles de magnésium, réfléchie sur les deux miroirs, se déplace suivant une ellipse qu'on ramène aisément à un cercle en intercalant une résistance convenable dans le circuit du galvanomètre. Une plaque photographique au gélatinobromure, placée au foyer de la lunette d'observation, garde la trace de ces impressions successives; comme l'amplitude varie sans cesse, on obtient non pas des cercles mathématiques, mais des spires très serrées :

---

[1] Le galvanomètre a une résistance propre de 55 ohms, les quatre solénoïdes de 15 ohms : on ajoute 30 ohms environ pour réduire l'ellipse à un cercle, ce qui fait 100 ohms de résistance totale : dans ces conditions, le coefficient d'amortissement α est 0,6 (unités C.G.S.) : le tube de fer intérieur au cadre a été supprimé.

la forme sensiblement circulaire de ces courbes est une vérification très délicate du réglage de l'appareil. Pour obtenir le tracé automatique de l'indicatrice, il suffit d'ajouter devant la source un obturateur manœuvré par un électro-aimant qui ne découvre la source lumineuse qu'au moment où le courant synchronisant passe dans l'électro-aimant. Il en résulte que le tracé de chaque cercle se réduit à un point, si le courant est instantané, et ce point est précisément celui dont on cherche le lieu. La juxtaposition de tous ces points forme une courbe en apparence continue qui réalise la définition de l'*indicatrice de synchronisation*.

La *fig.* 3 est la reproduction en négatif, *sans aucune retouche*, d'un de ces clichés par les procédés de M. Dujardin; la droite verticale a été obtenue en faisant osciller le pendule seul, galvanomètre hors circuit; l'horizontale, en faisant osciller le galvanomètre par une impulsion auxiliaire, le pendule étant au repos : ce sont les axes des déplacements et des vitesses, ils sont sensiblement rectangulaires ($\zeta \pm 90^\circ$ à fort peu près).

» La spirale indicatrice a été obtenue de la manière suivante : le pendule étant au repos, on lance le courant synchronisant, qui met le pendule en oscillation; lorsque l'amplitude est devenue suffisante, on commence l'enregistrement photographique. Il a été poursuivi pendant vingt minutes environ, ce qui correspond à deux périodes ϖ ou à deux spires de l'indicatrice (ici $T > \theta$); en prolongeant l'expérience, on finirait par atteindre le point asymptotique.

» La spirale est double sur la *fig.* 3, parce que le signal électromagnétique était double; cela tient à ce que l'impulsion, au lieu d'être instantanée, durait environ $\frac{1}{3}$ de période : l'obturateur, percé d'une fente, livrait passage deux fois à la lumière, au début et à la fin du courant.

» La vérification n'en est pas moins précise; car, d'après une remarque précédente, une action de durée finie équivaut, dans le cas de l'oscillation pendulaire simple, à une impulsion instantanée agissant à l'époque moyenne de l'action ; l'amortissement étant très faible, on peut, sans erreur appréciable, étendre ce résultat au cas de l'expérience actuelle ([1]). Les spirales sont simplement déplacées par rotation autour de l'origine.

([1]) C'est ce qu'on vérifie en traitant la question par une troisième méthode : on écrit sans aucune restriction les équations de condition du mouvement oscillatoire sous l'influence d'une force constante, de durée 2δ, agissant à l'époque moyenne t, $t+\theta$, $t+2\theta$, ... Les calculs se simplifient beaucoup par l'emploi des exponentielles imaginaires, qui représentent les propriétés des vecteurs. On arrive aisément à l'ex-

» La *fig.* 4 offre un autre mode de vérification. Cette courbe a été obtenue avec le même dispositif que la précédente, seulement le courant synchronisant n'agissait plus sur le pendule qui oscillait librement suivant une amplitude décroissant avec le temps : on démontre aisément qu'alors le lieu des extrémités du vecteur aux époques $\Theta, 2\Theta, \ldots, n\Theta$ de l'oscillation amortie de période T est une *spirale logarithmique, concentrique à l'origine*, ayant le même paramètre γ que l'indicatrice. Les cercles qui l'encadrent sont les cercles décrits ci-dessus lorsque l'obturateur est arrêté (le

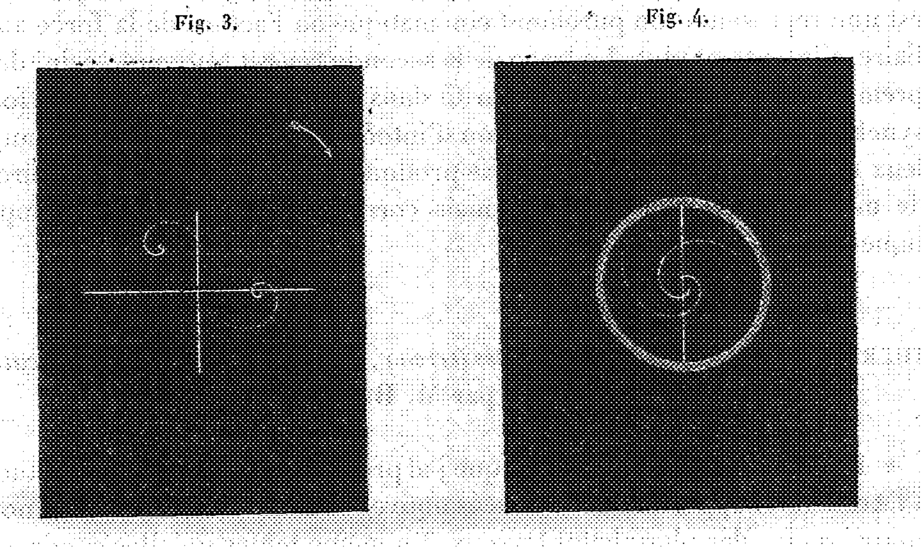


Fig. 3. Fig. 4.

---

pression de l'amplitude $\mathfrak{A}$ et de la phase Φ limites,

$$(15)\qquad \mathfrak{A} = c\sqrt{\frac{e^{2\alpha\delta} + e^{-2\alpha\delta} - 2\cos\frac{4\pi\delta}{T}}{1 - e^{-2\alpha\Theta} - 2e^{-\alpha\Theta}\cos\frac{2\pi\Theta}{T}}},$$

$$(16)\qquad \Phi = H - \Psi + \frac{\zeta}{2\pi}\quad\left\{\begin{aligned} \operatorname{tang} 2\pi H &= \frac{e^{-\alpha\Theta}\sin\frac{2\pi\Theta}{T}}{1 - e^{-\alpha\Theta}\cos\frac{2\pi\Theta}{T}},\\ \operatorname{tang} 2\pi\Psi &= \frac{e^{\alpha\delta} + e^{-\alpha\delta}}{e^{\alpha\delta} - e^{-\alpha\delta}}\operatorname{tang}\frac{2\pi\delta}{T}.\end{aligned}\right.$$

Elles se réduisent ici, où α et δ sont petits, aux expressions (13) et (14).

pointillé est dû à la succession rapide des étincelles : il donne la période du trembleur de la bobine d'induction).

» L'identité expérimentale des deux spirales (elles sont rigoureusement superposables) est une vérification importante parce que la première, ou indicatrice, comporte la rigueur des actions dynamiques de la force synchronisante sur le pendule, tandis que la seconde (spirale concentrique) est une représentation purement cinématique où l'action de la force auxiliaire n'intervient plus. Le tracé de la seconde réussit toujours ; celui de la première exige une grande régularité dans la durée et l'intensité de la force synchronisante. A chaque variation d'intensité, il se forme un point anguleux sur l'indicatrice, parce qu'il se produit un arc d'une nouvelle spirale, de même paramètre, il est vrai, mais correspondant à un point asymptotique différent. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les phosphates terreux, remarque sur une Communication de M.* Joly; par M. Berthelot.

« Les expériences de M. Joly, que j'ai présentées dans la séance actuelle à l'Académie, apportent des données nouvelles et très intéressantes à notre connaissance des phosphates terreux. En même temps qu'elles confirment les données numériques des essais thermochimiques antérieurs, elles les étendent et en modifient sur certains points l'interprétation.

» J'avais établi l'existence de deux états distincts des phosphates terreux, du phosphate tribarytique en particulier : un état colloïdal et un état cristallisé, ce dernier répondant à un dégagement de chaleur plus considérable. M. Joly confirme d'abord l'existence de l'état colloïdal, ainsi que la valeur des chaleurs de neutralisation correspondantes :

Soit pour PO^8H^3 étendu $+ 3\,BaO$ dissoute.......... $+ 30^{Cal}$ à $+ 32^{Cal}$,

suivant la dilution et la température. La strontiane et la chaux donnent des valeurs très voisines; avec la magnésie, on a un chiffre un peu plus faible, soit $+ 29^{Cal}$.

» Quant à l'état cristallisé, M. Joly y introduit une distinction nouvelle. Il distingue, en effet, les phosphates simples et les phosphates doubles. Comme types des premiers, on peut citer les phosphates grenus,

---

(1) Voir plus loin, p. 1702.

cristallins, tels que le phosphate tribarytique, dont la chaleur de formation est d'environ $+39^{Cal}$, conformément à des déterminations que j'avais exécutées avec M. Louguinine en 1875. La transformation lente du sel colloïdal, pris isolément, en sel cristallisé, s'effectue donc avec dégagement de chaleur et tendance vers le maximum thermique.

» Lorsque le sel colloïdal ne se trouve pas seul, mais maintenu en présence d'une solution de chlorure alcalin, de sodium par exemple, résultant de sa précipitation antérieure, un nouveau phénomène intervient : c'est une sorte de rétrogradation, en vertu de laquelle le sel initial, à base unique, se change plus ou moins lentement en un sel double cristallisé, renfermant $2^{éq}$ de la base terreuse pour $1^{éq}$ de soude et une certaine dose d'eau de cristallisation. Cette transformation nouvelle et inattendue constitue le principal intérêt du travail de M. Joly. Elle fournit d'ailleurs, comme il a pris soin de le faire observer, une nouvelle vérification du principe du travail maximum : car la formation du sel double répond à un dégagement de chaleur plus grand que la formation du sel simple, dans son état colloïdal et même dans son état cristallisé. Le système mis en expérience tend ainsi, comme toujours, par des étapes successives, vers la plus grande dissipation de son énergie intérieure. »

CHIMIE. — *Note sur les résidus qui résultent de l'action des acides sur les alliages des métaux du platine;* par M. **H. Debray.**

« J'ai montré, dans une précédente Communication [1], que les métaux communs, tels que l'étain, le zinc, le plomb, alliés à une petite quantité des métaux du platine, donnent, quand on les traite par un acide capable de dissoudre le métal commun, soit le métal du platine à l'état cristallin, soit des alliages bien définis, soit enfin des résidus contenant une proportion notable d'eau et d'oxygène; ces résidus contiennent même de l'azote, si l'acide employé est l'acide azotique.

» Le premier cas se produit : 1° avec l'osmium allié au zinc ou à l'étain; 2° avec le ruthénium et l'iridium alliés au plomb. Les deux premiers alliages, attaqués par l'acide chlorhydrique, donnent l'osmium cristallisé; les deux derniers, attaqués par l'acide azotique étendu, donnent également l'iridium et le ruthénium en poudre cristalline. Comme on devait s'y

(1) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1577.

attendre, l'attaque du zinc et de l'étain par l'acide chlorhydrique (ou celle du plomb par l'acide azotique dilué), se trouve singulièrement facilitée par la présence de métaux inattaquables par ces réactifs. Aussitôt que l'osmium contenu dans le zinc, par exemple, est mis à nu, il s'établit une série d'éléments de pile, ayant pour pôles positifs chaque grain cristallin d'osmium, et pour pôles négatifs les portions du zinc environnant. Celui-ci, qui est inattaquable par les acides étendus, quand il est pur, se dissout facilement sous de telles influences. Je n'insiste pas davantage sur des faits classiques : il suffit de les rappeler.

» Le phénomène est le même quand le métal précieux, au lieu de se dissoudre purement et simplement dans le métal commun, l'étain par exemple, contracte avec lui une combinaison, moins altérable que l'étain lui-même. On peut, dans ces conditions, attaquer l'étain par des acides étendus, qui normalement n'exerceraient aucune action sur lui, grâce à l'influence des cristaux d'alliages qui se comportent comme les cristaux des métaux purs dans le cas précédent.

» Mais il peut se faire que l'acide employé réagisse sur l'alliage lui-même. C'est ce qui arrive avec les alliages d'étain, surtout quand l'acide est concentré ou bouillant. Cette action de l'acide détruit l'homogénéité du composé; en tous les points de la surface attaquée peuvent se former des courants particulaires qui activent la réaction, c'est-à-dire la dissolution de l'étain. En même temps, une partie du métal précieux s'oxyde et peut même se dissoudre.

» Rien de semblable ne se produit quand le métal précieux est simplement dissous dans le métal commun.

» Si nous passons maintenant au cas des alliages du zinc et des métaux précieux que l'on attaque par l'acide chlorhydrique, ou du plomb et du cuivre que l'on dissout dans l'acide azotique, nous obtenons des résultats analogues. Si le métal est simplement dissous, comme l'osmium dans le zinc, l'iridium et le ruthénium dans le plomb, l'acide chlorhydrique dans le premier cas et l'acide azotique dans le second, même en dissolutions très étendues, dissolvent le zinc et le plomb et laissent comme résidu le métal cristallisé. Mais, s'il y a eu combinaison du métal précieux et du métal commun, accompagnée d'un vif dégagement de chaleur, comme cela a lieu pour le rhodium et le plomb, par exemple, il se forme, sous l'influence des courants particulaires au sein du liquide acide, une matière complexe tenant de l'oxygène, de l'azote et de l'eau. La seule différence avec les alliages de l'étain, c'est que l'attaque du plomb chargé de rhodium par

l'acide étendu ne donne pas d'alliage défini des deux métaux, mais un résidu oxygéné et azoté. L'existence d'un alliage n'en est pas moins certaine, puisque le résidu contient du plomb; seulement l'acide l'attaque en même temps que l'excès de plomb.

» L'action qui fournit le résidu azoté et oxygéné du rhodium peut être comparée, dans une certaine mesure, à celle qui se produit quand on fait passer un courant dans une solution d'azotate d'argent, au moyen de deux électrodes de ce métal; le flux électrique n'a pas seulement pour effet de transporter de l'argent d'un pôle à l'autre; l'électrode soluble se recouvre de cristaux noirâtres d'une matière explosible que Wöhler considérait comme un peroxyde d'argent AgO^3, mais qui, d'après M. Berthelot, serait un produit complexe $AgO(AzO^5, 4AgO^3) + HO$: ce corps n'a été obtenu jusqu'ici que par cette méthode.

» Le rôle des courants électriques dans la production des résidus oxygénés et azotés des métaux précieux me semble aussi évident que dans l'expérience de Wöhler. Il y a toutefois entre les circonstances de la production de ce corps et celles qui déterminent la formation des résidus une différence capitale. Le produit oxydé et nitré de l'argent est le résultat d'une influence exercée dans un sens constant; le courant, sous l'influence duquel il se forme, agit toujours de la même manière sur le fil d'argent qui sert de pôle positif, tandis que l'état d'un point de la masse de l'alliage de rhodium et de plomb varie d'un moment à l'autre, ainsi que la composition du milieu ambiant.

» Les courants particulaires n'y conservent pas nécessairement la même direction ni la même intensité, et, par conséquent, les influences oxydantes et réductrices peuvent s'y succéder et varier d'énergie. Aussi l'oxydation des résidus n'augmente-t-elle pas avec la durée de l'action de l'acide. Dans les cas où j'ai étudié l'effet de l'action prolongée des acides, l'oxydation, au delà d'une certaine limite, a diminué avec la durée de l'attaque. »

PHYSIOLOGIE. — *Figures en relief représentant les attitudes successives d'un pigeon pendant le vol. Disposition de ces figures sur un zootrope.* Note de M. **Marey**.

« J'ai montré à l'Académie une série de figures de bronze exprimant les attitudes successives des ailes d'un goéland qui vole [1]. Aujourd'hui

---

[1] Note du 21 mars 1887.

c'est le vol du pigeon que j'ai représenté de la même manière. Les attitudes successives sont au nombre de onze; elles sont prises à des phases équidistantes d'une révolution de l'aile.

» En disposant ces figures sur un zootrope (instrument dérivé du phénakistiscope de Plateau), on reproduit l'apparence d'un oiseau qui vole. Le grand nombre des images et la rotation lente de l'instrument donnent aux mouvements apparents une telle lenteur que l'œil les suit aisément dans toutes leurs phases. Les figurines de bronze ont été peintes en blanc; des teintes appropriées ont été données au bec, aux pattes et aux yeux, pour compléter l'illusion. Enfin, le relief des images donne aux attitudes une grande variété, car, suivant que l'on observe telle ou telle région du cercle parcouru, l'oiseau est vu d'arrière, de travers ou d'avant.

» Ces études synthétiques n'ont pas été entreprises pour restituer simplement aux yeux la sensation qu'ils éprouvent en présence d'un oiseau qui vole. C'est, au contraire, parce que ces sensations étaient trop confuses que j'ai voulu les rendre nettes et intelligibles, en ralentissant autant qu'il serait nécessaire les mouvements des ailes de l'oiseau.

» Dans la disposition présente, les onze attitudes se succèdent à des intervalles qui, dans le vol du pigeon, correspondent chacun à $\frac{1}{100}$ de seconde. Il faudrait que le zootrope fît neuf tours par seconde pour rendre aux yeux la véritable apparence du vol du pigeon avec la confusion qui le rend inobservable.

» En n'imprimant au zootrope qu'un tour par seconde, le mouvement est neuf fois plus lent et déjà assez facile à observer. Avec une vitesse d'un demi-tour seulement, on suit avec facilité toutes les phases du mouvement des ailes. Il est vrai que cette extrême lenteur fait disparaître la continuité des impressions rétiniennes et que l'illusion cesse. Mais la nature et le sens des mouvements de l'aile ne s'apprécient pas moins bien pour cela.

» Du reste, si l'on voulait rendre aux yeux l'illusion disparue, il faudrait doubler le nombre des images. On a vu que la méthode stroboscopique ([1]) permet de multiplier indéfiniment les attitudes représentées.

» La meilleure manière de comparer les différents types de vol sera d'examiner simultanément au zootrope des images d'oiseaux différents. Cette comparaison, que je puis déjà faire sur deux espèces, le goéland et le pigeon, montre que derrière les dissemblances apparentes se trouvent de

---

([1]) Note du 14 mai 1883.

profondes analogies. Il sera intéressant de faire porter la comparaison sur un grand nombre d'espèces.

» Mais comme on ne peut étudier que des oiseaux à plumage blanc ou de nuances très pâles et que ces espèces sont rares, il est difficile de multiplier beaucoup ces études de Physiologie comparée. Grâce à l'extrême obligeance de mes amis MM. Milne-Edwards et Geoffroy Saint-Hilaire, qui ont mis à ma disposition des oiseaux du Muséum et du Jardin d'acclimatation, j'espère élargir le champ de ces recherches. »

ANTHROPOLOGIE. — *Les Pygmées des anciens d'après la Science moderne;* par M. A. DE QUATREFAGES.

En présentant à l'Académie le Volume qu'il vient de publier sous ce titre, M. de Quatrefages s'exprime dans les termes suivants :

« Les petites races nègres ont depuis longtemps attiré d'une manière spéciale mon attention et mon intérêt. A plusieurs reprises, je suis revenu sur leur histoire, dans mes cours et dans diverses publications. Il m'a semblé qu'il pourrait être utile de réunir et de fondre ces matériaux dans un livre qui présenterait ainsi une sorte de monographie de ce type humain, très curieux à plus d'un titre.

» Ces petits Nègres sont aujourd'hui à peu près partout dispersés, morcelés et souvent traqués par des races plus grandes et plus fortes; on ne les trouve plus sur certains points du globe qu'ils ont occupés jadis; ils sont en voie de disparition sur bien d'autres. Ils n'en ont pas moins eu, dans le passé, leur temps de prospérité; ils ont joué un rôle ethnologique très réel; enfin ils sont devenus le sujet de légendes qu'ont accueillies les poètes et que n'ont pas dédaigné de nous transmettre les plus sérieux auteurs classiques.

» Rechercher ce qu'il y a de vrai dans ces traditions, placer la réalité scientifique en regard de ces fables, montrer ce que sont encore de nos jours les Pygmées de l'antiquité, tel est le principal but de cet Ouvrage. On comprend dès lors que je ne m'occuperai pas des *contes de nourrice* et que je me bornerai à discuter ce qui a été dit de moins éloigné de la vérité.

» Tous les auteurs anciens n'ont pas accepté les exagérations dont la petite taille des Pygmées a été l'objet. Si Pline, Pomponius Méla, Ctésias ont répété la fable, bien probablement antérieure à Homère et qui figure dans l'*Iliade*, s'ils ont cru ou paru croire aux combats meurtriers que ces

petits êtres auraient soutenus contre les grues, Aristote, qui affirme leur existence, dit seulement que ce sont des *hommes de petite stature*. Avant lui Hérodote, en racontant le voyage des jeunes Nasamons, avait dit que ces explorateurs furent arrêtés par des *hommes d'une stature fort inférieure à la taille moyenne*. Il est évident que certains récits avaient par trop rapetissé les Pygmées, de même qu'en Europe on avait trop grandi les Patagons. Nous connaissons maintenant les uns et les autres; et, grâce à des observations précises, les premiers ont grandi, comme les seconds se sont rapetissés.

» Les anciens ont eu des renseignements plus ou moins vagues, plus ou moins exacts, sur diverses populations que la petitesse de la taille leur a fait confondre sous un seul nom. Pline leur attribue plusieurs patries et cite, en particulier, le voisinage des marais *où le Nil prend sa source*. Aristote avait déjà signalé cette localité. On sait que ces marais existent en effet, ou plutôt que la barrière végétale formée par le *Sett*, au delà de Khartoum, a causé longtemps une erreur facile à comprendre. Là, on ne rencontre plus de Pygmées. Mais Schweinfurth les a retrouvés plus au sud et à l'ouest, dans le bassin de l'Ouellé, sous le nom d'*Akkas*. Or, les Akkas étaient connus des Égyptiens, car Mariette a lu leur nom à côté du portrait d'un nain sculpté sur un monument de l'ancien empire. De là, et de quelques autres indices qu'il serait trop long d'exposer ici, il résulte qu'au temps d'Aristote les Akkas remontaient bien plus au nord et arrivaient peut-être jusqu'à la région du *Sett*.

» Pomponius Méla place les Pygmées à l'intérieur des terres, non loin des côtes soit de la mer Rouge, soit de la baie de Moscha. Ici encore les découvertes modernes paraissent donner raison au savoir des anciens. La tradition des Pygmées africains orientaux ne s'est jamais perdue chez les Arabes. Toutefois, c'est plus au sud qu'ils ont placé leur rivière des Pygmées; et c'est dans cette région que le P. Léon des Avanchers a trouvé ses Wa-Bérikimos ou Cincallès, dont la taille moyenne est d'environ $1^m,30$. Les renseignements recueillis par notre Confrère, M. d'Abbadie, placent un peu plus au nord les Mazé-Malléas, hauts de $1^m,50$. Ici encore les petits Nègres se montrent comme ayant reculé vers le sud et vers l'intérieur des terres.

» Enfin, on ne peut douter de la réalité du voyage des jeunes Nasamons. C'est sur les bords du Niger qu'ils furent arrêtés par de petits hommes et conduits dans une ville entièrement peuplée d'hommes noirs. Tout ce qu'Hérodote rapporte, sur leur témoignage, au sujet du sol, des eaux et

des animaux, est encore vrai aujourd'hui. S'il en est autrement des hommes, c'est que les Nègres, grands et petits, ont reculé devant les Touaregs, les Berbères et les Peules. De nos jours la station la plus boréale des Pygmées occidentaux paraît être dans le Tenda-Maïé, où ils ont été découverts, en 1818, par Mollien, un de nos voyageurs français.

» Pline n'a pas mentionné seulement des Pygmées habitant les sources du Nil : il en place aussi en Asie et donne sur leur habitat des détails qui permettent d'en préciser la situation. Il s'agit évidemment de la portion la plus méridionale de la région montagneuse du Beloutchistan. Ici pourtant, de nos jours, on n'a pas signalé de Nègres. Mais les Brahouis, quoique soumis aux Béloutchis, se distinguent par leurs caractères physiques et ont conservé une langue dravidienne. Ils se rattachent, par conséquent, à cette grande formation ethnique dont l'élément noir, plus ou moins altéré par le métissage, forme partout le fond.

» Bien avant Pline, Ctésias avait parlé des Pygmées asiatiques. Il les place au milieu de l'Inde; et c'est, en effet, au cœur de cette contrée, dans les monts Vindhias, que M. Rousselet a trouvé les *Bandra-Loks,* littéralement *hommes-singes,* formant encore de faibles tribus. Ce sont des Nègres de fort petite taille, qui, au milieu des populations plus ou moins métisses, ont conservé purs les caractères du type et sont un des *témoins* laissés par la race noire.

» Dès les premières années de mon enseignement au Muséum, laissant de côté les Tasmaniens et les Australiens, j'ai proposé de réunir toutes les populations nègres de l'Asie, de la Malaisie et de la Mélanésie, caractérisées par la petitesse de la taille et par une brachycéphalie relative, dans un *rameau négrito* opposé au *rameau papoua*. J'ai lieu de penser que, sous une forme ou sous une autre, cette division est aujourd'hui généralement adoptée.

» De son côté, M. Hamy a reconnu plus tard, en Afrique, l'existence d'une race noire présentant les mêmes caractères; il l'a regardée avec raison comme étant un *terme correspondant* à la fois géographique et anthropologique des Négritos et a proposé de la désigner sous le nom de *Négrilles,* qui a été également accepté.

» Les Pygmées asiatiques des anciens se rattachent aux Négritos, et leurs Pygmées africains aux Négrilles.

» Nous sommes encore bien peu renseignés au sujet de ces derniers. Pourtant, depuis la curieuse découverte de Schweinfurth, Stanley a eu des renseignements sur un centre de population négrille, situé dans la grande

courbure du Congo et auquel se rattachent peut-être les *Batouas* visités par le Dr Wolff. Si les renseignements donnés par ce voyageur sont exacts, ces Batouas seraient la plus petite race connue. Aucun d'eux ne dépasserait $1^m,40$, et leur taille moyenne serait de $1^m,30$.

» D'autre part, les données recueillies par divers voyageurs, parmi lesquels je citerai l'amiral Fleuriot de Langle, de Brazza, Ballay, Marche, etc., ont permis à M. Hamy de poursuivre ses études sur les petits Nègres africains. Il a pu constater deux faits importants. Le premier est que, dans cette région, les Négrilles sont en voie de décroissance manifeste; le second, qu'ils se fondent en partie dans les populations environnantes et donnent naissance à des populations métisses.

» Des faits analogues se sont passés en Asie, mais sur une bien plus vaste échelle. Là, en outre, ce n'est plus avec des races noires comme eux que se croisent les Négritos, mais avec les populations les plus diverses appartenant aux troncs blanc et jaune. C'est de ce mélange, continué pendant bien des siècles, que sont sorties toutes ces populations dravidiennes qui, selon la prédominance de tel ou tel élément ethnique, passent par nuances insensibles de l'un à l'autre des trois types fondamentaux de l'humanité.

» Heureusement les anthropologistes ont pu, depuis quelques années, étudier à fond le type *négrito*. Des têtes osseuses des photographies nous ont, entre autres, complètement renseignés au sujet des Mincopies qui, restés isolés dans le petit archipel des Andamans, y ont conservé intacts les caractères de la race. Grâce à divers envois du colonel Tytler et du Dr Mouat, j'ai pu, il y a déjà plusieurs années, continuer les études commencées en Angleterre par Owen et G. Busch. En outre, les collections du Muséum et celle du regretté Broca m'ont permis de reconnaître l'extension de ce type dans la Nouvelle-Guinée jusqu'à l'île Toud, et de le retrouver pur ou mélangé aux Philippines, dans l'Inde et jusqu'au Japon. J'ai complété plus tard ces premières recherches et cherché à préciser les limites géographiques de cette race remarquable.

» La race négrito, dont les Mincopies présentent encore le type inaltéré depuis des siècles, s'étend du golfe de Bengale jusqu'à l'extrémité orientale de la Nouvelle-Guinée et de Ceylan à l'Himalaya. Sur le continent, elle a laissé ses traces depuis les vallées du haut Brahmapoutra jusqu'au lac Zerrah, dans le Sedjistan; mais nulle part, si ce n'est aux Andamans et dans quelques autres îles, elle ne forme des populations homogènes et continues. A peu près partout elle s'est fondue avec d'autres races, et je viens de dire quel a été le résultat de ce métissage dans l'Inde.

» Des faits analogues se sont produits à la presqu'île de Malacca, à Ceylan, aux Philippines. Toutefois, sur une foule de points, qui deviennent de plus en plus nombreux à mesure que l'on étudie de plus près les populations, la petite race noire révèle son ancienne existence de deux manières. D'une part, on découvre de temps à autre des tribus isolées qui ont conservé purs ou à peu près purs les caractères du type; d'autre part, on reconnaît de mieux en mieux la part qui revient à cette race dans la formation de bien des populations que l'on croyait n'avoir aucun rapport avec elle. J'ai montré, par exemple, que l'on trouve de véritables Négritos dans les castes inférieures de la société indoue; une tête de femme paria, des environs de Calcutta, que m'avait envoyée le Dr Mouat, présente les caractères de la race aussi accusés que n'importe quelle tête mincopie; et ces caractères sont tels que l'on ne peut s'y méprendre.

» En réunissant aux résultats de mes recherches personnelles les renseignements de toute sorte que l'on possède aujourd'hui sur les Mincopies, j'ai pu tracer une monographie assez complète, je crois, de ces Négritos pur sang. J'ai groupé autour de ce terme de comparaison les autres races qui s'y rattachent. J'ai résumé pour les uns et les autres tout ce que l'on sait de leurs caractères physiques, intellectuels, religieux et moraux. Je me borne à présenter ici le tableau des tailles moyennes de ces diverses tribus, en ajoutant, à titre de comparaison, les Lapons, longtemps regardés comme étant la plus petite race humaine.

	m
Lapons (Europe)	1,550
Aëtas (Philippines)	1,413
Mincopies (Andamans)	1,358
Tribus diverses (Malacca)	1,507
Akkas (Ouellé)	1,356
Tribus diverses (Gabon)	1,439
Batouas (Congo)	1,300

» Je ne pouvais guère m'occuper des races pygmées sans m'arrêter quelque peu à une population africaine, fort différente des Négritos et des Négrilles, mais qui leur ressemble par la petitesse de la taille. Je veux parler des Boschismans dont la taille moyenne est de $1^m,37$ et descend à coup sûr jusqu'à $1^m,14$. Par suite, j'ai été entraîné à aborder aussi l'histoire de leurs métis, les Hottentots. Toutefois, j'ai peu insisté sur les caractères physiques et ethnographiques de ces deux populations, les regardant comme suffisamment connus.

» Il en est autrement des caractères religieux. Ceux des races du Cap étaient à peine soupçonnés avant la publication assez récente de M. Hahn, bibliothécaire à Cape-Town, qui a vécu pendant neuf ans au milieu de leurs tribus. Il en était de même pour les Mincopies. M. Man, qui a été pendant onze ans chargé de la direction de ces insulaires, a également comblé cette lacune. J'ai analysé avec quelques détails ces travaux, qui nous montrent chez ces peuplades, placées bien près des derniers degrés de l'échelle sociale et que l'on croyait absolument dépourvues d'idées religieuses, deux mythologies fort différentes, mais également remarquables par un mélange fort curieux de notions élevées et de conceptions aussi bizarres que puériles. Les personnes qui se préoccupent des questions de cette nature me sauront, j'espère, quelque gré de ce rapprochement. »

MUSIQUE. — *Sur la construction et sur l'emploi du métronome en Musique.* Note de M. **G.-A. Hirn.**

« En termes aussi justes qu'expressifs, M. Gounod a dit qu'en Musique l'altération des mouvements dans l'exécution d'une œuvre d'art est une calomnie. Au premier abord, il semblerait que l'emploi judicieux du métronome devrait mettre les compositeurs à l'abri de ce genre de calomnie, disons plutôt à l'abri des résultats de l'ineptie musicale de bien des exécutants. Lorsque Weber entendit pour la première fois parler de l'invention de cet instrument, il s'écria indigné : « Veut-on donc mécaniser notre » Art? » Mais, chez ce grand artiste, le génie était allié à ce bon sens qui équivaut presque au génie et sans lequel l'artiste ne produirait que des œuvres mal coordonnées. Weber se ravisa promptement. « Le métronome, » dit-il, sera désormais pour moi un moyen certain d'empêcher ma mu» sique d'être estropiée. » Tel fut aussi, et presque dans les mêmes termes, le jugement de Beethoven.

» Le métronome a-t-il tenu sa promesse? A-t-il atteint le but qu'en attendaient Weber et Beethoven? Si l'on partait de ce que l'on est condamné à entendre journellement en fait d'exécutions musicales, on serait tenté de croire précisément le contraire. Notre éminent Confrère, l'auteur de *Faust* et de tant de belles œuvres, a dû s'entendre déjà calomnier maintes fois!

» Il faudrait toutefois se garder d'attribuer aux défauts de cet instrument tous les méfaits musicaux qui se commettent autour de nous. Beau-

coup proviennent de l'absence du sens de la mesure ou, chez bien des exécutants malheureusement, d'une dépravation de goût, qui les porte à croire que plus ils sortent de la mesure, plus ils donnent d'expression à leur jeu.

» Le métronome est destiné non à battre la mesure (ceci ne peut être qu'exceptionnel et reviendrait à *mécaniser* l'Art, comme le craignait Weber), mais à indiquer dès l'abord, à un chef d'orchestre ou à un exécutant, le mouvement *moyen* que désire le compositeur, mouvement auquel on doit se tenir tant que l'artiste n'indique pas de changement, et auquel on doit sans cesse revenir à travers les petits écarts que commande le sentiment musical. Pour arriver à ce résultat, il faudrait donc que tous les instruments fussent comparables et marchassent ensemble sur toute l'étendue de leur échelle. Or, c'est ce qui n'a pas toujours lieu, et il se trouve des métronomes, construits avec négligence, qui s'écartent considérablement les uns des autres, quand on les compare.

» Il résulte visiblement de là que des œuvres musicales dont le mouvement a été numéroté avec soin par leurs auteurs sont exposées à être exécutées dans un mouvement fautif. Il est juste d'ailleurs de signaler une faute fréquente et dont le métronome est fort innocent. Les anciens compositeurs n'ont naturellement pu indiquer numériquement les mouvements convenables à leurs œuvres; ajoutons d'ailleurs que, même parmi les artistes plus modernes et connaissant déjà le métronome, il en est peu qui aient pris le soin de recourir à cet instrument. Ainsi, par exemple, les symphonies de Beethoven, de Mendelssohn, de Shumann, etc., ont été numérotées, non par ces compositeurs, mais souvent par des éditeurs de musique incompétents ou dédaignant de s'adresser pour cela à des artistes intelligents. Il est résulté de là un mal réel pour les œuvres dont je parle : elles expient parfois durement la confiance de leurs auteurs dans le savoir de leurs interprètes.

» Ce n'est pas sans raison que M. Saint-Saëns nous a demandé récemment la consécration d'un métronome normal et une sorte de réglementation de cet instrument, comme cela s'est fait pour le diapason, par exemple. Toutefois, s'il m'est permis de donner mon opinion à cet égard, je pense qu'une pareille tâche ne peut pas relever, du moins uniquement, de notre Académie : mes Confrères tomberont de suite d'accord avec moi, à cet égard. La réglementation dont il s'agit est, en effet, à la fois très facile, comme question générale, et passablement difficile, comme question d'application, parce qu'elle devra relever de tous les musiciens.

» Elle est facile, en ce sens que l'échelle de division du métronome est

parfaitement définie et a, dès l'origine, été admise par tout le monde, avantage qu'ont eu peu de nos instruments de Physique ou de Mécanique. On sait, en effet, que les numéros de l'appareil désignent toujours le nombre de coups qu'il doit battre par minute; et dans l'application à la Musique, lorsqu'en tête d'un morceau on écrit ♩ = 100, cela signifie qu'il y a 100 noires dans la minute ou que la noire dure $\frac{1}{100}$ de minute; lorsqu'on écrit 𝅗𝅥 = 60, cela signifie que la blanche (double noire) a une durée telle qu'elle peut se répéter soixante fois par minute ou qu'elle dure $\frac{1}{60}$ de minute. C'est donc bien à tort qu'on écrit quelquefois, à la suite du numéro, les initiales M M. (métronome de Maelzel), car cette notation peut porter à croire que le numéro ne se rapporte qu'à une espèce particulière de métronome. Tous ces instruments étant astreints à la même règle, ils sont mal divisés s'ils n'y satisfont pas. En ce sens, la législation du métronome est toute faite, et il ne s'agit que de l'appliquer.

» Diverses questions se présentent d'elles-mêmes à ce sujet.

» Dans quelles limites l'échelle du métronome doit-elle être rigoureuse? Il va de soi qu'il n'est nullement nécessaire que cet instrument ait un caractère de haute précision. L'oreille la plus exercée, la plus délicate, a, quant à la durée des temps musicaux, une tolérance comme celle à laquelle elle est condamnée quant à la justesse des intonations.

» Je pense que le musicien le plus scrupuleux ne condamnerait pas son métronome, parce qu'au numéro 120, par exemple, il battrait 119 ou 121. Une montre qui retarderait ou avancerait d'une demi-seconde par minute serait cependant mise au rebut. Cette limite de tolérance est considérablement dépassée par des métronomes construits avec négligence.

» Quel est l'instrument qui répond le mieux aux exigences musicales?

» On peut diviser en deux espèces les métronomes connus jusqu'ici : 1° les métronomes *muets* ou *silencieux*, pendules simples ou doubles, qui n'oscillent qu'un certain temps et par suite d'une impulsion; 2° les métronomes qui frappent les temps et qui sont mus par un mécanisme d'horlogerie. Dans ces *Comptes rendus* mêmes, on a vu la description de deux instruments du premier genre. Il est facile de comprendre que les métronomes muets sont les seuls qui, étant construits par des mains intelligentes, peuvent être très exacts et livrés à très bon marché. Dans une Notice spéciale, je donnerai la théorie de l'un d'eux, parce qu'elle m'a semblé très intéressante et que l'instrument pourrait servir à des usages multiples.

» Les métronomes *parlants* ont été pourtant les seuls employés jusqu'ici et ils le resteront probablement. La raison en est simple. Cet instrument,

avons-nous dit, ne doit pas servir à battre la mesure pendant le cours même de l'exécution d'un morceau : il doit seulement l'indiquer à l'avance. Ce précepte pourtant n'est pas sans nécessiter des exceptions. Beaucoup d'élèves ont besoin de l'instrument pour apprendre à faire en mesure et avec une vitesse voulue certains traits rapides et prolongés. Il faut d'ailleurs l'avouer, chez bien des personnes, le sens de la mesure et du rythme est peut-être plus rare encore que celui de la justesse des intonations; il faut chez elles un long travail pour le développer. Le métronome est indispensable dans ces deux cas. Pour cet usage, il faut visiblement que son mouvement soit durable et, par conséquent, qu'il soit maintenu par un mécanisme à ressort. Une raison secondaire intervient dans le même sens. Chacun, paraît-il, ne s'habitue pas aisément à lire les notes sur un cahier de musique et à suivre en même temps de l'œil les oscillations d'un pendule muet. Il faut donc que le métronome chargé d'inculquer la mesure à l'exécutant, au lieu de marquer simplement les temps, les *frappe bruyamment*. Par cette raison encore, il faut qu'il soit commandé par un mécanisme à ressort assez énergique.

» Par les raisons précédentes et par d'autres encore que je n'ai pas à énumérer, le métronome ordinaire à mécanisme d'horlogerie restera très probablement en usage, et il ne serait peut-être pas sans inconvénient d'en introduire un autre dit *de précision*, qui, la négligence des constructeurs intervenant, ne serait fort souvent pas plus précis. C'est de l'habileté et des soins scrupuleux de ces derniers que dépend, en définitive, la valeur de chaque métronome.

» On sait quelles difficultés on a eu à vaincre en Horlogerie pour faire marcher régulièrement nos montres ordinaires, pour obtenir qu'elles n'avancent ni ne retardent à mesure que le ressort moteur se détend. Cette difficulté existait aussi pour le métronome à mouvement continu, quoique à un moindre degré puisqu'il ne s'agit pas d un instrument de précision proprement dit. Elle a été vaincue de la façon la plus satisfaisante par quelques constructeurs. J'ai sous la main un de ces instruments, sortant d'une de nos maisons de Paris, qui ne varie pas d'un demi-battement sur cent vingt, que le ressort soit détendu ou tout à fait monté; dans bien des cas, au contraire, le nombre de battements diminue de près de huit ou dix. Il n y a en réalité aucune raison pour rejeter l'ancien métronome de Maelzel et lui en substituer un autre. Il vaut mieux bien faire ce qui est connu, que d'innover sans un motif sérieux.

» En résumé, on peut dire que le métronome normal existe, puisqu'il n'y a aucune discussion sur le principe de la graduation et qu'il est possible de construire, même à des prix fort modérés, des instruments qui satisfont plus que suffisamment à ce principe. Mais, dans la pratique, il faut que la réglementation de l'appareil soit appliquée par chacun et, pour dire vrai, c'est là la seule difficulté, bien que, comme question technique, il n'existe aucune difficulé réelle.

» La première chose à chercher, lorsqu'on fait emplète d'un métronome, c'est d'examiner si le pendule ne frotte pas, ou s'il ne frappe pas contre les parois, car les indications sont alors profondément faussées. Aujourd'hui, la plupart des montres d'homme portent un second petit cadran, dit *à trotteuse*, indiquant les secondes et permettant, par suite, de connaître exactement le commencement et la fin des minutes. Chacun est donc à même de vérifier aussi si l'instrument est bien divisé. Pour cela on le fera battre, par exemple, aux numéros 40, 120, 180; si, pour des écarts aussi grands, le nombre de battements est correct, on peut compter sur l'instrument : il a été fait par un constructeur consciencieux. En partant des conseils très simples que je donne ici, on pourra même corriger un métronome dont quelques numéros seraient fautifs, et les faire rectifier par un graveur sur la règle divisée fixe que porte le bâti.

» L'examen préalable et indispensable dont je parle n'est qu'un peu long et ennuyeux. C'est là un bien petit désagrément, auquel se prêteront volontiers les compositeurs qui tiennent, pour le présent et pour l'avenir, à n'être pas calomniés dans leurs œuvres, et les chefs d'orchestre où exécutants assez artistes et assez honnêtes pour éviter ce genre de blasphème dans l'Art. »

CHIMIE. — *Fluorescences du manganèse et du bismuth.* Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« Les recherches dont j'ai eu l'honneur de communiquer les résultats à l'Académie pendant ces derniers mois ont retardé l'achèvement du présent travail; je demande la permission d'en poursuivre la publication.

» 3° (continué) [1]. *Deux dissolvants solides et une seule matière active*

---

[1] *Comptes rendus*, 29 novembre 1886, p. 1064.

donnant de la fluorescence avec chacun de ces dissolvants. — J'ai examiné les mélanges suivants de CdO, SO^3; ZnO, SO^3 et MnO, SO^3 :

CdO, SO^3......	42	46	50	54,1	55,3	56,4	63,9	70,2
ZnO, SO^3......	58	54	50	45,9	44,7	43,6	36,1	29,8
MnO, SO^3.....	1	1	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	101	101	101	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0

» Avec $\frac{42}{100}$ de CdO, SO^3, on a un bel orangé [1] presque uniforme. La bande rouge de ZnO, SO^3 + Mn est bien marquée et beaucoup plus intense que le vert du spectre. Ici donc, l'effet Zn + Mn, quoique modifié, l'emporte considérablement sur l'effet Cd + Mn. Si l'on chauffe le tube, l'orangé s'affaiblit et il reste un jaune fort peu brillant.

» Avec $\frac{50}{100}$ de CdO, SO^3, la fluorescence consiste en un joli mélange de parties rouge orangé (pas si éclatantes que ZnO, SO^3 + Mn exempt de Cd) et de parties jaunes, légèrement verdâtres, moins nombreuses mais plus brillantes. Ces parties jaune verdâtre ne sont pas aussi vertes que le CdO, SO^3 + Mn exempt de Zn. En résumé, le rouge domine : l'ensemble étant orangé.

» Avec $\frac{56,4}{100}$ de CdO, SO^3, soit équivalents égaux de CdO, SO^3 et de ZnO, SO^3, on obtient quantités sensiblement égales de grains rouge orangé, assez peu éclatants et de grains jaunes, légèrement verdâtres, plus brillants. Le rouge du spectre (concentré sur un moindre espace) est équivalent au vert, ou le domine faiblement. L'ensemble, vu de loin, est jaune orangé. Ainsi, l'effet Cd + Mn (un peu modifié) est très légèrement plus marqué que celui de Zn + Mn, mais l'éclat total est bien moindre qu'avec les sulfates de Zn et de Cd isolés. Si l'on chauffe le tube, le rouge orangé s'évanouit, tandis que le jaune verdâtre s'affaiblit beaucoup, sans s'éteindre, et verdit légèrement. Après cessation du courant induit, la fluorescence (qui ne persiste pas longtemps) est rouge orangé.

» Avec $\frac{63,9}{100}$ de CdO, SO^3, la fluorescence, très éclatante, est dans son ensemble d'un beau jaune légèrement verdâtre; il y a encore des grains faiblement éclairés ou orangé, ou rougeâtre. La teinte jaune légèrement verdâtre de la masse principale est sensiblement moins verte que celle de

[1] De teinte beaucoup moins rouge que ZnO, SO^3 + Mn.

$CdO, SO^3 + Mn$ exempt de Zn. Le spectre est presque le même que s'il n'y avait pas de Zn : le rouge étant seulement un peu plus développé. Après cessation du courant électrique, on voit une fluorescence jaune orangé, tandis qu'avec $CdO, SO^3 + Mn$ la lumière rémanente est vert jaune. On a donc ici l'effet $Cd + Mn$ (un peu modifié) beaucoup plus marqué que l'effet $Zn + Mn$. Un chauffage modéré du tube fait disparaître les grains rougeâtres, alors que la fluorescence jaune légèrement verdâtre reste presque inaltérée, mais elle s'affaiblit très notablement à son tour et verdit un peu, si l'on chauffe plus fortement.

» Les mélanges de CaO, SO^3, MgO, SO^3 et MnO, SO^3 ont donné les résultats suivants :

» Avec

MgO, SO^3	10	
CaO, SO^3	90	101,
MnO, SO^3	1	

il se produit une très belle fluorescence verte semblable à celle de

$$CaO, SO^3 + Mn$$

et seulement un peu moins éclatante. A l'œil, non plus qu'au spectroscope, la présence de Mg ne peut être reconnue.

» Avec

MgO, SO^3	46,9	
CaO, SO^3	53,1	101,0,
MnO, SO^3	1,0	

soit équivalents égaux de MgO, SO^3 et de CaO, SO^3, il y a mélange de grains rouge orangé et de grains verts. Le rouge domine un peu. Dans le spectre, la bande rouge de $MgO, SO^3 + Mn$ se distingue très aisément, bien qu'elle ne soit pas forte. Le rouge et le vert sont beaucoup moins éclatants qu'avec $MgO, SO^3 + Mn$ et $CaO, SO^3 + Mn$ isolés. Si l'on chauffe le tube, le rouge jaunit un peu et disparaît presque entièrement ; le vert s'affaiblit sans s'éteindre.

» Avec

MgO, SO^3	90	
CaO, SO^3	10	101,
MnO, SO^3	1	

presque toute la masse fluoresce en rouge orangé ; il y a cependant quelques grains verts.

» 4° *Deux dissolvants solides et une matière active ne fluoresçant qu'avec un seul de ces dissolvants.* — Le sulfate de baryte manganésifère seul ne fluoresce pas sensiblement; mais, avec le mélange

BaO, SO^3	90	
CaO, SO^3	10	101,
MnO, SO^3	1	

on obtient un beau vert, un peu moins intense cependant que celui du $CaO, SO^3 + Mn$ exempt de Ba.

» Avec

BaO, SO^3	99	
CaO, SO^3	1	101,
MnO, SO^3	1	

la fluorescence est faible et d'un vert un peu plus jaune que celui de $CaO, SO^3 + Mn$ isolé. Même pour $\frac{1}{100}$ de CaO, SO^3, l'effet Ca + Mn est donc encore appréciable.

» 5° *Deux dissolvants solides, dont l'un joue vis-à-vis de l'autre le rôle de matière modérément active, et une substance active fluoresçant vivement avec un seul de ces dissolvants.*

» Le sulfate de zinc, mêlé d'un excès de sulfate de chaux, donne une faible fluorescence violet-lilas.

» Avec

ZnO, SO^3	90	
CaO, SO^3	10	101,
$Bi^2O^3, 3SO^3$	1	

on a une belle fluorescence rouge orangé, ainsi que la bande du $CaO, SO^3 + Bi$; cette bande est très marquée.

» Avec

ZnO, SO^3	99	
CaO, SO^3	1	101,
$Bi^2O^3, 3SO^3$	1	

il se produit une fluorescence rouge orangé d'intensité modérée. La bande du $CaO, SO^3 + Bi$, bien que faible, est visible dans le spectre.

» Ainsi, l'effet Ca + Bi se manifeste encore très nettement quand le CaO, SO^3 ne forme que $\frac{1}{100}$ de la masse.

» Le sulfate de cadmium, mêlé d'un excès de sulfate de chaux, donne une jolie fluorescence d'un bleu un peu violet. La lumière, émise par

$CaO, SO^3 + CdO, SO^3$ sous l'action de l'effluve, est plus bleue et beaucoup plus intense que celle produite par $CaO, SO^3 + ZnO, SO^3$.

» Dans l'étude des mélanges de CaO, SO^3; CdO, SO^3 et $Bi^2O^3, 3SO^3$, j'ai rencontré plusieurs cas assez intéressants de lutte entre les effets Ca + Cd et Ca + Bi, l'un ou l'autre de ces effets venant à dominer suivant la proportion de CaO, SO^3 employée, bien que le rapport $\frac{Bi^2O^3, 3SO^3}{CdO, SO^3}$ fût maintenu constant.

» (A). On a préparé un mélange de

$$\left.\begin{array}{ll} CdO, SO^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 100 \\ Bi^2O^3, 3SO^3 \ldots\ldots\ldots\ldots & 1 \end{array}\right\} 101,$$

que pour abréger j'appellerai Cd — Bi.

» Avec

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Cd-Bi} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1 \\ CaO, SO^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1 \end{array}\right\} 2,$$

la fluorescence est un peu plus violette que celle du $CaO, SO^3 + CdO, SO^3$ exempt de Bi; on n'aperçoit que de rares points rougeâtres, ou même ceux-ci font défaut. Dans le spectre, on voit à peine une trace de la bande rouge orangé du $CaO, SO^3 + Bi$. Ici donc, l'effet Ca + Cd domine considérablement l'effet Ca + Bi.

» Avec

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Cd-Bi} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1 \\ CaO, SO^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 2 \end{array}\right\} 3,$$

il se produit du violet assez pâle, mêlé de grains rouge orangé. La bande du $CaO, SO^3 + Bi$ est bien marquée et domine un peu le vert du spectre. Ainsi, pour le mélange actuel, les effets Ca + Cd et Ca + Bi s'équivalent à peu près, mais l'intensité est respectivement inférieure à celle de chacun de ces systèmes isolés.

» Avec

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Cd-Bi} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1 \\ CaO, SO^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 3 \end{array}\right\} 4,$$

la fluorescence est violette, mais un peu plus rosée et légèrement plus forte qu'avec 1 partie de Cd-Bi et 2 parties de CaO, SO^3. La bande rouge (Ca + Bi), très marquée, l'emporte sensiblement sur le vert du spectre.

» Avec

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Cd-Bi} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1 \\ CaO, SO^3 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 5 \end{array}\right\} 6,$$

la couleur est notablement plus rose que pour le mélange précédent. En face des électrodes, la matière devient rapidement jaune rosé, tandis qu'un peu plus loin elle reste violet rosé. Si l'on chauffe le tube, la fluorescence s'affaiblit beaucoup : on ne voit plus alors qu'un vert bleu très pâle.

» Avec

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Cd-Bi}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1\\ \text{CaO, SO}^3\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 8\end{array}\right\}9,$$

la fluorescence est encore plus rose que pour Cd-Bi, 1 et CaO, SO^3, 5. Des points plus bleus sont répandus dans la masse, surtout loin des électrodes.

» Avec

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Cd-Bi}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1\\ \text{CaO, SO}^3\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 13\end{array}\right\}14,$$

la fluorescence est légèrement plus rose qu'avec le mélange précédent et un peu plus orangée au centre; mais il y a encore (surtout loin des électrodes) des points tirant sur le bleuâtre. A chaud, il ne reste pas de fluorescence bien appréciable. La bande rouge orangé du Ca + Bi est très marquée. L'éclat total est un peu plus grand qu'avec les mélanges précédents, bien que la proportion de $Bi^3O^3 - 3SO^3$ soit réduite à $\frac{1}{1400}$. Ici, l'effet Ca + Bi est considérablement plus intense que l'effet Ca + Cd.

» Avec

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Cd-Bi}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1,00\\ \text{CaO, SO}^3\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 0,25\end{array}\right\}1,25,$$

on obtient un mélange de parties vert jaune et de parties bleues. Il n'y a pas trace de la bande du CaO, SO^3 + Bi. Si l'on chauffe modérément le tube, le bleu disparaît; en chauffant davantage, le vert jaune s'évanouit à son tour.

» Avec

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Cd-Bi}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1,0000\\ \text{CaO, SO}^3\ldots\ldots\ldots\ldots & 0,0625\end{array}\right\}1,0625,$$

on obtient les mêmes effets qu'au moyen du mélange précédent, sauf une intensité générale un peu plus faible et prédominance relative du vert jaune sur le bleu. Pas trace de la bande rouge de Ca + Bi.

» J'espère avoir prochainement l'honneur de présenter à l'Académie la fin de cette étude. »

M. **Daubrée** présente à l'Académie, de la part de M. *de Tchihatchef*, un Ouvrage intitulé « Asie Mineure » (Klein-Asien), écrit en langue allemande, et signale l'intérêt de ce petit Volume, dans lequel l'auteur a résumé, sous une forme populaire et très concise, les faits les plus intéressants relatifs au pays qu'il a si complètement exploré pendant de longues années, et qu'il avait antérieurement exposés dans sa grande publication.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Ad. Lipczyncki** soumet au jugement de l'Académie un travail ayant pour titre : « Observations suggérées par l'aspect de la représentation graphique des vitesses d'écoulement de l'eau par des orifices en fonctions de leur hauteur et des charges d'eau sous l'influence desquelles elles se produisent.

Ce travail est renvoyé à l'examen de M. Haton de la Goupillière.

M. **J. Mayer** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 25 avril dernier, et dont le dépôt a été accepté. Ce pli, inscrit sous le n° 4165, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il renferme une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet une nouvelle Lettre de M. *Van der Driessche* relative à la maladie du Beri-beri.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. **Verneuil** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par suite du décès de M. *Gosselin*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. Cornil, M. Lannelongue adressent à l'Académie la même demande.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *E. Roger*, portant pour titre : « Théorie mécanique des phénomènes capillaires ».

ASTRONOMIE. — *Observation de la planète Borrelly, faite à l'observatoire d'Alger par M.* **Trépied**; communiquée par M. Mouchez.

Observation de la planète.

Date 1887.	Étoile de comparaison.	Planète — ★ Æ.	Planète — ★ Ⓓ.	Nombre de comparaisons.
Juin 11...	16672 Arg.-OEltzen	$+1^m48^s,32$	$-0'16'',7$	20

Position de l'étoile de comparaison.

	Æ 1887,0.	Réduction au jour.	Ⓓ 1887,0	Réduction au jour.
16672 Arg.-OEltzen..	$17^h15^m21^s,14$	$+2^s,28$	$-20°37'41'',2$	$+5'',2$

Position de la planète.

Date 1887.	Temps moyen d'Alger.	Æ.	Log fact. parall.	Ⓓ.	Log fact. parall.
Juin 11..	$11^h45^m16^s$	$17^h17^m11^s,74$	$-8,417$	$-20°37'52'',7$	0,876

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (267), *découverte à Nice, le 27 mai;* par M. **Charlois**.

Dates. 1887.	Étoiles.	★ — (267). Δα.	★ — (267). ΔⓅ.	Observateurs.
		m s	′ ″	
Mai 27....	*a* 16345 A.-OE.	+1.10,55	+11.16,6	Charlois.
30....	Id.	−1.35,24	+15.37,8	Id.
31....	*b* 16260-61 A.-OE.	+1.35,01	+ 6.47,2	Id.
Juin 2....	*c* 16269 A.-OE.	−0.25,80	− 2.58,9	Perrotin.
8....	*d* Anonyme.	−0.16,34	− 3.23,8	Charlois.
9....	Id.	−1.11,66	− 2.12,5	Id.

Positions des étoiles.

Dates. 1887.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 27......	*a*	17. 0.58,77	+2,13	112.20.30,5	−4,5	Argelander OE.
30......	*a*	»	+2,17	»	−4,5	Id.
31......	*b*	16.56.52,66	+2,20	112.30.45,4	−4,2	Id.
Juin 2......	*c*	16.57. 7,08	+2,22	112.43. 5.4	−4,2	Id.
8......	*d*	16.51.18,01	+2,30	112.51. 5,8	−3,8	Rapp. à $\frac{1}{2}$ (Yarnall 7012 + Stone 9215).
9......	*d*	»	+2,31	»	−3,8	Id.

Positions apparentes de la planète (267).

Dates. 1887.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Mai 27......	13.51.37	17. 2.11,45	$\bar{1}$,150	112.31.42,6	$0,905_n$	5
30......	14. 8.59	16.59.25,70	$\bar{1}$,305	112.36. 3,8	$0,898_n$	5
31......	14. 0. 0	16.58.29,87	$\bar{1}$,287	112.37.28,4	$0,899_n$	5
Juin 2......	11.16.18	16.56.43,50	$\bar{1},051_n$	112.40. 2,3	$0,907_n$	6
8......	10. 0.23	16.51. 3,97	$\bar{1},305_n$	112.47.38,2	$0,898_n$	5
9......	9.23. 9	16.50. 8,66	$\bar{1},415_n$	112.48.49,5	$0,888_n$	5

» REMARQUE. — *Mai* 27. La planète est de grandeur 13,5.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une partition de nombres.* Note de M. **Camille de Polignac**, présentée par M. Halphen.

« I. Dans ce qui suit, je ferai usage de la notation

$$(a, b, c, \ldots) = \pm a^{\alpha} b^{\beta} c^{\gamma} \ldots,$$

et désignerai par p_n le $n^{\text{ième}}$ nombre premier. J'appellerai *non-multiple* de $p_{1,2,\ldots,n}$ tout nombre entier qui n'est divisible par aucun des nombres premiers $p_1, p_2, \ldots, p_n$.

» Une expression de la forme

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} (p_2, p_3, \ldots, p_{n-1}, p_n) + (p_3, p_4, \ldots, p_n, p_1) + \ldots \\ \qquad + (p_n, p_1, \ldots, p_{n-2}) + (p_1, p_2, \ldots, p_{n-1}), \end{array} \right.$$

où généralement le terme de rang i contient tous les nombres premiers considérés, sauf p_i, représente un non-multiple de $p_{1,2,\ldots,n}$.

» Réciproquement, tout non-multiple de $p_{1,2,\ldots,n}$ peut-il se mettre sous la forme (1)? Il n'en est rien, et l'on verra plus loin que, pour $n=2$, la première impossibilité apparaît à l'égard du nombre 53. Le but de cette Note est de trouver, pour toute valeur de n, une pareille limite au-dessous de laquelle tout non-multiple de $p_{1,2,\ldots,n}$ est *décomposable*, c'est-à-dire susceptible de revêtir la forme (1).

» Je poserai

$$p_1 p_2 p_3 \ldots p_n = \Pi_n.$$

» Théorème. — *Soient* μ, L *deux nombres positifs, le premier au moins égal à* 1; *si tout non-multiple de* $p_{1,2,\ldots,(n-1)}$, *inférieur à* $\mu\Pi_{n-1}+\mathrm{L}$, *est décomposable, tout non-multiple de* $p_{1,2,\ldots,n}$, *inférieur à* $\mu\Pi_n+\Pi_{n-1}+p_n\mathrm{L}$, *est décomposable aussi.*

» Soit N un non-multiple positif de $p_{1,2,\ldots,n}$; on peut trouver des nombres entiers N′ et α satisfaisant aux conditions

$$\mathrm{N}=p_n\mathrm{N}'+\alpha\Pi_{n-1}, \qquad 1\leqq\alpha\leqq p_n-1.$$

» Comme α est inférieur à p_n, ses facteurs premiers sont compris dans la suite $p_1, p_2, \ldots, p_{n-1}$; d'où l'on voit que, si N′, non-multiple de $p_{1,2,\ldots,(n-1)}$, est décomposable, N non-multiple de $p_{1,2,\ldots,n}$ est décomposable également.

» Supposons d'abord N′ négatif. D'après l'hypothèse $\mathrm{N}>0$, on aura

$$-\mathrm{N}'<\frac{\alpha}{p_n}\Pi_{n-1}<\Pi_{n-1}<\mu\Pi_{n-1}+\mathrm{L}.$$

» En même temps, N moindre que $\alpha\Pi_{n-1}$ est aussi moindre que

$$\mu\Pi_n+\Pi_{n-1}+p_n\mathrm{L}.$$

Soit, en second lieu, N′ positif. En supposant N inférieur à

$$\mu\Pi+\Pi_{n-1}+p_n\mathrm{L},$$

on a

$$\mathrm{N}'<\frac{\mu}{p_n}\Pi_n+\mathrm{L}+(1-\alpha)\Pi_{n-1}=(\mu+1-\alpha)\Pi_{n-1}+\mathrm{L}\leqq\mu\Pi_{n-1}+\mathrm{L}.$$

» Ainsi, quand N est inférieur à la limite $\mu\Pi_n+\Pi_{n-1}+p_n\mathrm{L}$, la valeur absolue de N′ est toujours inférieure à la limite $\mu\Pi_{n-1}+\mathrm{L}$. Le théorème est donc prouvé.

» Dans le cas élémentaire $n=2$, $p_n=3$, les nombres μ et L se déterminent par un calcul direct. La forme (1) se réduit à $\pm 3^\alpha \pm 2^\beta$ et l'on vérifie aisément que tout non-multiple de 2 et 3, inférieur à 53, peut se mettre sous cette forme. Prenant

$$\Pi_2=2.3=6, \quad \mu=8, \quad \mathrm{L}=5, \quad \mu\Pi_2+\mathrm{L}=53,$$

on conclut que tout non-multiple de 2, 3, 5 est décomposable s'il est inférieur à

$$8\Pi_3 + \Pi_2 + 5p_3 = 9\Pi_3 + 1.$$

» Par suite, tout non-multiple de 2, 3, 5, 7 est décomposable s'il est inférieur à

$$9\Pi_4 + \Pi_3 + p_4 = \Pi_4 = \Pi_4\left(9 + \frac{1}{p_1 p_2 p_3} + \frac{1}{p_4}\right).$$

» Enfin, par l'application répétée du théorème, on voit que *tout non-multiple de $p_{1,2,\ldots n}$ est décomposable s'il est inférieur à*

$$\Pi_n\left(9 + \frac{1}{30} + \frac{1}{7} + \frac{1}{11} + \ldots + \frac{1}{p_n}\right). \text{ »}$$

MÉCANIQUE. — *Formule pratique pour le calcul des rondelles Belleville.* Note de M. **Rateau**, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« Les *rondelles Belleville* sont des disques en acier légèrement coniques, percés d'un trou circulaire au centre. En accolant deux rondelles Belleville par leur base, on forme un *couple*. En empilant plusieurs couples, on constitue des ressorts de choc très énergiques.

» Pour le calcul d'un ressort, il serait désirable d'avoir une formule pratique. Une analyse approximative m'a permis d'obtenir la relation suivante qui peut rendre d'utiles services; car j'ai vérifié qu'elle suit très exactement les résultats de l'expérience

$$P = \frac{2}{3}\pi E \operatorname{lognat}\frac{D}{d}\frac{fe^3}{(D-d)^2}(1-\xi)(1+m\xi+m\xi^2).$$

» Cette formule donne les charges P en fonction du rapport ξ de la flèche de la rondelle sous charge à la flèche initiale. Les autres notations présentent la signification suivante :

π rapport de la circonférence au diamètre;
E coefficient d'élasticité ou module de Young (il convient de prendre E égal à 22 $\frac{1}{2}$ tonnes par millimètre carré);
D diamètre de la rondelle;
d diamètre du trou central;
f flèche initiale de la rondelle;
e épaisseur de la rondelle (supposée uniforme);
m module de la rondelle, égal à $\frac{1}{2}\frac{f^2}{e^2}$. »

PHYSIQUE. — *Sur les variations des spectres d'absorption des composés du didyme.* Note de M. Henri Becquerel.

« Dans plusieurs Communications récentes ([1]), j'ai montré :

» 1° Que les directions principales d'absorption de certaines bandes observées au travers des composés cristallisés de didyme permettaient de reconnaître dans ces cristaux un mélange de plusieurs substances différentes par leurs propriétés optiques;

» 2° Qu'en dissolvant ces cristaux dans l'eau, les déplacements inégaux ou la disparition de ces mêmes bandes montraient qu'un certain nombre de ces substances sont des composés inégalement altérés, ou même détruits par l'eau.

» Comme parmi ces substances optiquement différentes, on retrouve toutes celles que l'analyse chimique a jusqu'ici permis d'isoler, on doit se demander si toutes sont autant de corps simples distincts, ou si, pour la plupart, ce sont des sels ou des sous-sels multiples d'un nombre plus restreint de corps simples, à des degrés d'oxydation différents. Cette dernière hypothèse est, en effet, celle à laquelle conduisent les expériences rapportées ci-après.

» Il est d'abord intéressant de remarquer que les spectres d'absorption des dissolutions étendues de composés de didyme très divers, tels que les sulfates, azotates, chlorure, platinocyanure, diffèrent très peu les uns des autres, tandis que les spectres d'absorption de ces mêmes composés cristallisés sont très différents entre eux.

» Lorsque, par des calcinations graduées, on chasse progressivement, d'abord l'eau, puis une partie, puis la totalité de l'acide d'un même sel de didyme, on obtient différents produits, soit transparents, soit pulvérulents et opaques, mais dont on peut cependant observer les spectres d'absorption par réflexion. On voit alors, dans chacun de ces produits, apparaître ou disparaître des bandes d'absorption différentes.

» Le Tableau suivant contient les valeurs approchées des longueurs d'onde moyennes des principales bandes des spectres d'absorption de quelques composés ainsi obtenus. Il n'a pas paru nécessaire de séparer les bandes connues du néodyme et du praséodyme.

([1]) *Comptes rendus,* t. CIV, p. 165 et p. 777; 1887.

Oxyde hydraté précipité de l'azotate de didyme par l'ammoniaque		Azotate de didyme					
				calciné dans l'hydrogène			
desséché à 100°.	calciné dans l'hydrogène.	fondu.	calciné au-dessous du rouge. Sous-azotate.	X_1.	X_2.	Sulfate de didyme anhydre.	Sulfure de didyme.
644,2	»	»	707,0	636,7	»	»	»
642,5	»	»	633,5	623,6	623,7	»	627,7
634,5	»	»	629,5	617,4	617,7	»	»
632,0	»	»	617,0	612,7	613,9	»	»
629,5	613,0	»	612,8	611,0	608,8	»	608,0
626,8	609,0	»	609,0	606,9	»	»	»
606,0	604,9	»	601,7	603,8	601,5	»	603,0
»	602,0	597,2	597,7	602,5	»	»	»
»	600,4	»	596,2	597,7	596,1	596,5	596,5
596,4	597,5	594,0	594,0	596,1	»	592,5	593,0
»	595,9	»	593,0	591,5	590,5	590,6	590,6
590,8	»	»	590,8	582,6	587,9	587,9	»
»	587,2	587,9	587,2	578,7	584,5	583,2	»
584,4	584,4	582,8	583,0	548,2	581,6	579,7	578,9
579,7	581,7	578,9	579,7	547,0	578,5	575,5	»
575,6	»	»	546,5	543,6	546,5	574,5	»
»	»	»	545,0	541,5	545,0	570,2	»
543,0	»	»	543,0	540,2	541,5	»	542,3
»	541,6	»	540,2	538,0	538,0	»	540,2
»	539,6	»	539,4	537,0	»	»	539,0
»	536,0	»	536,4	534,9	535,0	»	536,7
»	535,0	»	533,5	533,2	»	»	533,2
»	533,7	»	532,5	»	»	»	532,2
530,8	»	de	530,8	»	»	»	»
527,7	»	525	526,2	»	»	525,5	»
526,4	»	à	522,6	521,9	521,5	523,6	»
523,4	»	521,9	520,2	»	»	521,9	»
517,2	»	»	518,7	518,4	518,4	512,1	»
512,7	»	511,0	516,6	»	»	510,0	516,6
»	»	»	495,9	»	496,6	»	»
491,8	493,9	»	495,4	494,9	»	»	»
479,0	»	»	491,8	492,4	»	»	492,8
474,8	»	483,0	484,2	»	»	»	490,4
471,8	»	482,0	480,3	480,3	»	480,7	»
449,4	»	»	475,3	472,2	»	»	»
429,2	»	»	436,5	436,0	»	»	»

» Le nitrate de didyme ayant subi la fusion ignée donne encore la plupart des bandes observées dans les composés cristallisés. Si l'on continue la cal-

cination, en maintenant la température au-dessous du rouge sombre, la matière perd une partie de l'acide azotique et se transforme en une poudre blanche un peu rose ou un peu jaunâtre, suivant les petites variations de la température de calcination. Cette matière, qui donne le spectre caractéristique indiqué plus haut, paraît être un azotate basique; par une calcination à plus haute température, elle perd encore de l'acide azotique.

» En calcinant ce sous-azotate dans l'hydrogène pur et sec, et en portant la température au rouge cerise puis au rouge orangé, on a obtenu des produits donnant des spectres différents X_1 et X_2 du Tableau précédent. Le produit qui a donné le spectre X_1 a perdu dans l'hydrogène 0,26 de son poids; la matière qui donne le spectre X_2 avait perdu 0,28; une nouvelle calcination à plus haute température lui a encore fait perdre 0,014 de son poids, ce qui fait une perte totale de 0,294. Dans une autre opération, on a obtenu 0,30. Si l'on calcine ces diverses matières avec du charbon, pour éviter l'oxydation à l'air, on obtient le spectre X_2; mais si la matière contient une petite quantité de sulfate, le spectre obtenu dans ces circonstances est différent, et caractérisé notamment par une très forte bande $\lambda = 612,1$.

» La comparaison de ces différents spectres donne lieu à des observations sur lesquelles je me propose de revenir prochainement. Toutefois il est intéressant de mentionner que, dans les spectres obtenus par les transformations successives d'un même composé, des séries de bandes semblent être transportées solidairement d'un spectre à l'autre, de telle sorte que la variation du nombre de vibrations lumineuses, ou des inverses des longueurs d'onde des bandes correspondantes, soit un nombre sensiblement constant pour chaque série. Chaque spectre présente plusieurs de ces séries avec des constantes différentes. Les bandes caractéristiques de plusieurs de ces composés coïncident avec les bandes variables des spectres des cristaux.

» La série des sulfates donne des résultats du même ordre que la série des azotates. Le sulfate à $8^{éq}$ d'eau, un sulfate moins hydraté et le sulfate anhydre présentent des bandes caractéristiques dont le mélange se trouve dans les cristaux de sulfate que j'ai étudiés.

» L'analyse optique au travers des matières cristallisées avait donc permis de reconnaître non seulement la présence de corps différents, mais encore celle de groupements chimiques divers d'un même corps. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau modèle d'électromètre.* Note de M. **J. Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un électromètre de forme nouvelle.

» L'appareil a été combiné spécialement en vue des applications industrielles, et se distingue par des qualités d'apériodicité exceptionnelles, qui rendent les lectures promptes et sûres.

» La pièce principale de l'électromètre, l'armature mobile, est un cadre rectangulaire allongé, formé d'une lame métallique, large de $0^m,01$ environ, qui a été repliée sur elle-même et dont les extrémités ont été raboutées. Les grands côtés du cadre ont reçu, en outre, une courbure transversale et peuvent être considérés comme deux portions d'un cylindre dont l'axe coïncide avec l'axe longitudinal du cadre.

» Le cadre est suspendu de manière à être mobile autour de son axe, entre deux autres cylindres fixes, concentriques, l'un de diamètre plus grand, l'autre de diamètre plus petit que lui. Chacun de ces deux cylindres est divisé, suivant deux plans rectangulaires passant par l'axe commun, en quatre portions égales, constituant à l'électromètre huit armatures fixes, entre lesquelles tourne le cadre ou armature mobile. Le montage des armatures fixes est tel que quatre armatures, comprises dans deux dièdres droits opposés par le sommet, communiquent électriquement entre elles et sont isolées des quatre autres.

» Dans l'un des modèles présentés, le cadre a son axe vertical; il est suspendu à l'aide de fils métalliques très fins. Dans l'autre modèle, le cadre est horizontal et monté sur couteaux. L'équilibre de torsion des fils, dans le premier, l'action de la pesanteur, dans le second, maintiennent le cadre, quand aucune action électrique ne s'exerce, dans une position qui correspond au zéro de la graduation. Dans cette position, le cadre est à peu près symétriquement placé par rapport aux plans de séparation des armatures fixes.

» L'appareil, réduit aux pièces que je viens d'énumérer, se trouve dans des conditions analogues à celles qui sont réalisées dans l'électromètre Thomson, et on peut l'employer en appliquant les méthodes applicables à ce dernier, notamment celle qui comporte l'adjonction d'une pile de charge, comme l'a proposé M. Mascart.

» Je n'insisterai donc ni sur sa mise en expérience ni sur son mode de fonctionnement, et je terminerai ma description en signalant les points qui constituent la nouveauté du modèle.

» Grâce au petit diamètre des armatures fixes extérieures, l'électromètre a pu être introduit entre les jambes d'un aimant permanent ordinaire en fer à cheval, c'est-à-dire dans un champ magnétique assez intense; de plus, en raison de la position qu'occupent les armatures fixes intérieures, elles ont été faites en fer, pour accroître encore l'intensité magnétique dans l'intervalle où se meut l'armature mobile. Ces dispositions, jointes à la forme donnée à cette armature, concourent à faire naître dans les deux branches du cadre des forces électromotrices d'induction énergiques, qui s'ajoutent et produisent un amortissement très rapide.

» En fait, cet électromètre est d'une apériodicité remarquable, et, quand il fonctionne, on est frappé de l'allure particulière avec laquelle l'index s'avance vers le point qu'il doit atteindre, et qu'il ne dépasse pas. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un pendule électrique*. Note de M. **J. Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un pendule entretenu électriquement, d'après un système nouveau.

» Entretenir un pendule, c'est lui restituer, au fur et à mesure qu'il la perd, l'énergie qu'absorbent les frottements dans l'air et les résistances de la suspension, de manière à maintenir constante l'amplitude de ses oscillations; l'entretenir électriquement, c'est demander à une source électrique l'énergie d'emprunt.

» Pour transmettre à un pendule chaque dose d'énergie restituée, il faut adopter un moyen qui ait le moins possible d'influence perturbatrice sur la loi de son mouvement et dont l'action soit indépendante de l'intensité du courant électrique employé.

» Le moyen auquel je me suis arrêté, et qui paraît bien remplir les conditions imposées, consiste à déplacer périodiquement, d'une petite quantité, le point de suspension du pendule, horizontalement et dans le plan des oscillations.

» A cet effet, la tige du pendule est suspendue par l'intermédiaire d'une feuille d'acier très mince et très souple, formant articulation, à l'armature mobile d'une sorte de relais polarisé, faisant partie du bâti même du pen-

dule. La forme du relais n'a qu'une importance secondaire, et je ne m'arrête point à la décrire. Le point essentiel est que, sous l'influence d'un courant électrique périodiquement inversé, l'armature du relais oscille entre deux butées dont on peut réduire à volonté l'écartement, et entraîne le point de suspension du pendule tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, ce qui suffit à maintenir constante l'amplitude des oscillations.

» Ce mode d'entretien n'est, au fond, que l'imitation de ce que l'on est conduit à faire, quand, tenant à la main un cordon à l'extrémité duquel est suspendu un corps lourd, on cherche à faire naître ou à conserver les oscillations de ce pendule improvisé.

» Ce qu'il faut noter, en ce qui concerne mon appareil, c'est que le déplacement du point de suspension a lieu perpendiculairement à l'action de la pesanteur et que sa grandeur ne dépend pas de l'intensité du courant qui actionne le relais.

» L'inversion périodique du courant résulte de la manœuvre d'un commutateur installé sur la planche qui sert de bâti au pendule, manœuvre qui est commandée par le pendule lui-même. Là se rencontre la seconde particularité qui caractérise le système : la manœuvre du commutateur est due à l'action réciproque qui s'exerce à distance entre un petit aimant fixé à la tige du pendule, et entraîné dans son mouvement, et une pièce de fer appartenant au commutateur. Cette dernière pièce a la forme d'un arc de cercle dont le centre coïncide avec l'axe de suspension du pendule ; aussi l'aimant porté par le pendule se meut-il en face d'elle sans que la petite distance qui les sépare varie. L'arc en fer est monté, en son milieu, sur un tourillon placé dans le plan de symétrie de l'appareil, et, tandis que le point d'application de l'attraction qu'il subit de l'aimant passe alternativement de part et d'autre de l'articulation, la pièce exécute une série de mouvements de bascule synchroniques avec ceux du pendule. Ces mouvements, limités par des butées, sont réduits à être imperceptibles, mais suffisent, par des changements de contact, à provoquer l'inversion du courant.

» Quant à la réaction que subit le pendule, il est évident que, sensiblement normale à l'arc de fer du commutateur, elle passe par la suspension, qui est un point fixe, et que son influence est ainsi presque éliminée.

» Ainsi qu'on le voit, mon pendule s'entretient, tout en restant dans l'espace libre de tout lien matériel avec les corps extérieurs. Il n'existe qu'une connexion magnétique entre lui et le commutateur. Cette connexion absorbe une certaine quantité d'énergie sans doute ; mais la perte,

dè ce chef, est réellement négligeable vis-à-vis des frottements dans l'air et des résistances de la suspension. Dans les systèmes où la commutation se fait par des organes mécaniques, c'est l'inverse qui a lieu, et le fonctionnement de ces organes est la cause dominante d'amortissement, de telle sorte qu'en définitive les pendules de ces systèmes exigent, à chaque oscillation, une restitution d'énergie beaucoup plus grande que le mien. Or, si cette restitution peut être une cause de trouble pour la loi du mouvement pendulaire, quel avantage n'a-t-on point à réduire son importance?

» Pour donner une idée du résultat auquel je suis parvenu, je dirai que mon pendule s'entretient moyennant un déplacement du point de suspension de $0^{mm},02$ à chaque oscillation.

» Sans vouloir entrer dans l'examen des applications auxquelles se prête mon appareil, je ferai remarquer que, en ce qui concerne la distribution de l'heure dans les villes, il remplit une condition généralement exigée : l'émission d'un courant périodiquement inversé. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Peltier dans une pile hydro-électrique.* Note de M. **P. Duhem**, présentée par M. Debray.

« Dans une précédente Communication, j'ai indiqué une corrélation entre le phénomène de Peltier et la différence de niveau potentiel entre deux métaux. De cette corrélation on déduit une proposition curieuse sur certaines piles hydro-électriques; c'est cette proposition que je me propose de communiquer ici.

» La théorie de M. Gibbs, continuée par M. H. von Helmholtz, a fait connaître la valeur de la différence qui existe entre la *chaleur chimique* dégagée par une réaction et la *chaleur voltaïque*, c'est-à-dire le produit $A\mathcal{E}$, $\mathcal{E}$ étant la force électromotrice de la pile que peuvent former les corps réagissants. MM. H. von Helmholtz, Moser, Czapski, H. Jahn ont apporté à cette théorie de nombreuses vérifications expérimentales. Seul, M. Gockel [1] a cru trouver cette théorie en désaccord avec l'expérience. Nous allons voir en premier lieu que ce désaccord apparent provient de ce qu'il s'est mépris sur la signification des quantités sur lesquelles porte la théorie.

(1) Gockel, *Ueber die Beziehungen der Peltier'schen Wärme zum Nutzeffect galvanischer Elemente* (*Wiedemann's Annalen der Physik und Chemie*, t. XXIV, p. 618; 1885).

» Si A et B désignent deux métaux qui plongent dans un électrolyte, et si, gardant les notations de notre précédente Communication, nous désignons par

$$\frac{\partial}{\partial q} \mathrm{E}(\mathrm{U} - \mathrm{TS})\, dq$$

la variation que subit la quantité E(U — TS) relative au système par l'effet de la réaction chimique qui se produit lorsque la charge dq passe du métal A au métal B au travers de l'électrolyte, l'équilibre électrique ne s'établira sur la pile *ouverte* formée par ces deux métaux que si l'on a

$$(1) \qquad \frac{\partial}{\partial q} \mathrm{E}(\mathrm{U} - \mathrm{TS}) + (\varepsilon \mathrm{V}_{\mathrm{B}} + \Theta_{\mathrm{B}}) - (\varepsilon \mathrm{V}_{\mathrm{A}} + \Theta_{\mathrm{A}}) = 0.$$

La force électromotrice de la pile en question est $\mathcal{E} = - \frac{\partial}{\partial q} \mathrm{E}(\mathrm{U} - \mathrm{TS})$, et la *chaleur voltaïque* a pour valeur $- \frac{\partial}{\partial q}(\mathrm{U} - \mathrm{TS})$.

» D'autre part, on a

$$\frac{\partial}{\partial q}(\mathrm{ET}\Sigma) = \frac{\partial}{\partial q}(\mathrm{ETS}) + \mathrm{H}_{\mathrm{B}} - \mathrm{H}_{\mathrm{A}}.$$

La quantité $- \frac{\partial}{\partial q}(\mathrm{TS})$ est l'*excès de la chaleur chimique sur la chaleur voltaïque*. D'après la relation $\frac{\partial}{\partial \mathrm{T}}(\mathrm{U} - \mathrm{TS}) = - \mathrm{S}$, cet excès a pour valeur $- \mathrm{AT} \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial \mathrm{T}}$, ce qui constitue la formule fondamentale donnée par M. H. von Helmholtz. L'analogie de cette formule avec la relation donnée par Sir W. Thomson entre la force électromotrice d'une pile *thermo-électrique* et le phénomène de Peltier a fait croire à M. Gockel que, dans la théorie de MM. Gibbs et H. von Helmholtz, l'excès de la chaleur chimique sur la chaleur voltaïque était égal au coefficient du phénomène de Peltier dans la pile ouverte. C'est cette conséquence que l'expérience n'a pas vérifiée en général, et M. Gockel en a conclu à l'inexactitude de la théorie même.

» Le coefficient du phénomène de Peltier est $\mathrm{A}(\mathrm{H}_{\mathrm{B}} - \mathrm{H}_{\mathrm{A}})$; il n'a aucune relation *a priori* avec la quantité $\frac{\partial}{\partial q}(\mathrm{TS})$; *la théorie de MM. Gibbs et H. von Helmholtz n'établit donc aucune corrélation entre l'excès de la chaleur chimique sur la chaleur voltaïque et le phénomène de Peltier, et les expériences de M. Gockel ne prouvent rien contre cette théorie.*

» Il existe toutefois une classe de piles pour laquelle l'égalité entre

l'excès de la chaleur chimique sur la chaleur voltaïque et le coefficient du phénomène de Peltier se trouve être exacte.

» Volta supposait que deux métaux séparés par un électrolyte ne présentaient plus entre eux de différence de niveau potentiel. Sir W. Thomson, MM. Clifton et Pellat ont vérifié expérimentalement cette supposition sur certaines piles. Pour une semblable pile, on a, d'après l'équation (1),

$$\frac{\partial}{\partial q} E(U - TS) + \Theta_B - \Theta_A = 0.$$

On en déduit

$$\frac{\partial^2}{\partial q \, \partial T}(U - TS) + A\left(\frac{\partial \Theta_B}{\partial T} - \frac{\partial \Theta_A}{\partial T}\right) = 0$$

ou bien

$$-\frac{\partial}{\partial q}(TS) = A(H_B - H_A).$$

» Donc, *si, conformément à l'idée de Volta, deux métaux réunis par un électrolyte sont au même niveau potentiel à toute température, ces deux métaux et cet électrolyte forment une pile dans laquelle l'excès de la chaleur chimique sur la chaleur voltaïque est égal au coefficient de l'effet Peltier,* conformément à la proposition que M. Gockel a cru pouvoir déduire d'une manière générale de la théorie de MM. Gibbs et H. von Helmholtz. »

ÉLECTRICITÉ. — *Cas général de la conductibilité des mélanges; nombre des molécules électrolytiques dans les dissolutions étendues.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« 1. J'ai démontré précédemment (¹) que, si l'on mêle p litres d'une dissolution d'un sel neutre de conductibilité a et q litres d'une dissolution d'un sel différent de conductibilité b, la conductibilité du mélange sera

$$(1) \qquad x = \frac{pa + qb}{p + q},$$

à la condition expresse que les deux dissolutions contiennent un même nombre m d'équivalents de sel par litre et qu'elles soient sans action chimique l'une sur l'autre.

» Si l'on admet cet énoncé dans toute sa généralité, il est facile de calculer la conductibilité d'un mélange de deux dissolutions *quelconques* de

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 31.

sels neutres, sans action chimique, pourvu que l'on connaisse la loi de variation de la conductibilité de chacune d'elles avec la dilution. On supposera, pour ce calcul, que les dissolutions primitives ont d'abord été ramenées à contenir le nombre m de molécules que contiendra le mélange, puis mêlées dans la proportion convenable pour reproduire celui-ci.

» Soient, par exemple, une dissolution de chlorure de potassium à $0^{éq},1$, et une dissolution de nitrate de potasse à $0^{éq},2$ que l'on mêle à volumes égaux. Prenant pour unité la conductibilité de la première, on trouve que la seconde a pour conductibilité 1,698; mais la conductibilité du mélange n'est point égale à la moyenne $\mu = 1,349$. Il faut chercher les conductibilités a et b des deux dissolutions [1], ramenées à contenir $0^{éq},15$, et faire $p = 1$, $q = 2$ dans la formule (1), on trouve

$$x = \frac{1,474 + 2.1,306}{3} = 1,362.$$

L'excès relatif ε de la conductibilité ainsi calculée sur la moyenne μ est environ $\frac{1}{105}$. L'expérience directe a donné $\varepsilon = \frac{1}{102}$.

» Si l'on mêle des dissolutions de concentration différente d'un même sel, ε est toujours positif. L'accroissement de conductibilité moléculaire du sel concentré qui se dilue l'emporte sur la diminution relative au sel étendu qui se concentre. Mais, avec des sels différents, les choses se passent d'une manière plus compliquée. Soit, par exemple, une liqueur contenant $0^{éq},1$ de chlorure de potassium, à laquelle on ajoute un volume égal d'une dissolution de nitrate de potasse à m équivalents. Les valeurs calculées de l'excès relatif ε sont les suivantes :

m.	ε (calculé).
0,2	+ 0,0096
0,1	0,0000
0,075	− 0,0109
0,05	− 0,0005
0,01	+ 0,0129
0,00	+ 0,1381

» L'excès ε, toujours nul pour des concentrations m égales et positif pour des concentrations très différentes, peut devenir négatif dans un certain intervalle; la diminution de conductibilité du nitrate de potasse, plus

(1) Au moyen des formules que j'ai données (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1372).

sensible à la dilution, l'emporte sur l'accroissement de conductibilité du chlorure de potassium entre $m = 1$ et $m = 0,5$.

» 2. Un intérêt théorique s'attache au cas où l'un des éléments du mélange est un sel anormal ou un acide. Nous savons qu'à la limite ces corps se conduisent autrement que des sels neutres; la complexité de la constitution moléculaire de leurs dissolutions nous est d'ailleurs révélée par l'anomalie persistante de leur électrolyse. Il serait particulièrement intéressant d'avoir un moyen de déterminer le nombre réel de molécules électrolytiques que contient une dissolution donnée de ces substances. L'étude des mélanges va nous fournir des renseignements à cet égard.

» J'ai étudié la conductibilité de mélanges à volumes égaux de nitrate de potasse à $1^{éq}$ par litre et d'acide azotique à m équivalents, la température étant de 14° environ. La deuxième colonne du Tableau suivant donne l'excès relatif ε de la conductibilité observée sur la moyenne des conductibilités des liqueurs mêlées :

m.	ε (observé).	ε' (calculé).
1,000	+0,0250	+0,0120
0,75	+0,0058	−0,0026
0,5	−0,0034	−0,0085
0,333	−0,0044	−0,0038
0,2343	+0,0005	+0,0077
0,2222	+0,0062	+0,0204
0,1111	+0,0312	+0,0308

» L'analogie de ce Tableau avec le précédent est évidente. Mais *ce n'est pas pour des équivalents égaux que la conductibilité du mélange se trouve égale à la moyenne des conductibilités des liqueurs mêlées.* Pour $m = 1$, ε a une valeur positive relativement considérable, comme si, à $1^{éq}$ de nitrate de potasse, on avait ajouté plusieurs équivalents d'un sel neutre.

» A 14°, le rapport de la conductibilité limite de l'acide azotique à celle d'un sel neutre est 3,359 (¹). A ce point de vue, 1^{mol} d'acide azotique dissous équivaut donc à $3^{mol},359$ d'un sel neutre. J'ai calculé les excès ε' dans cette hypothèse et d'après les principes du paragraphe précédent; ils sont inscrits dans la troisième colonne du Tableau. On voit que la marche générale des variations de ε et de ε', dans l'intervalle critique de $m = 1$ à $m = 0,1111$, est à peu près la même. Pour des liqueurs plus étendues, on observerait une identité parfaite.

(¹) *Voir* p. 1614 de ce Volume.

» N'est-on pas en droit de conclure de là que le nombre des molécules électrolytiques dans la dissolution de $1^{éq}$ d'acide azotique à 14° est supérieur à 1, et de le fixer approximativement à 3,36? Cette conclusion expliquerait à la fois la loi de la conductibilité, celle des mélanges et l'anomalie de l'électrolyse; elle rendrait superflue la notion, si difficilement intelligible, du transport des ions.

» Des expériences, analogues aux précédentes, que j'ai réalisées sur des mélanges de chlorure de potassium et d'acide chlorhydrique, de chlorure de sodium (sel anormal) et de chlorure de potassium, confirment ces conclusions. Elles seront publiées ailleurs avec les développements nécessaires. »

CHIMIE. — *Recherches sur les phosphates trimétalliques*. Note de M. A. **Joly**, présentée par M. Berthelot.

« Les phosphates et arséniates trimétalliques renfermant, pour $2^{éq}$ d'une base alcalino-terreuse, $1^{éq}$ d'alcali sont peu connus. Il en est deux cependant, les phosphates et arséniates sodico-strontianiques et sodico-barytiques, qui méritent de fixer l'attention par la facilité avec laquelle ils se forment à l'état cristallisé, et avec un dégagement de chaleur considérable, dans des circonstances analogues à celles où l'on obtient le phosphate ammoniaco-magnésien.

» *Strontium.* — Je rappellerai que l'on obtient normalement le phosphate double (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 905) par la réaction

$$PO^8Na^3 + 2SrCl = PO^8Sr^2Na, Aq + 2NaCl \ldots\ldots\ldots \quad +15^{Cal},3$$
$$PO^8Sr^2Na + 18HO \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +50^{Cal},4$$

» Les petits cristaux cubiques ainsi obtenus peuvent être lavés à l'eau froide sans subir d'altération; cependant, lorsque le sel marin a été en grande partie éliminé, l'acide phosphorique peut être décelé dans les eaux de lavage et les cristaux s'altèrent. L'altération est plus rapide encore à 20°; vers 70°, ils se dédoublent en phosphate trisodique et phosphate tristrontianique.

» C'est encore le phosphate double qui se produit, en grande partie du moins, lorsqu'on verse dans la dissolution du phosphate trisodique $3^{éq}$ de chlorure de strontium.

» Lorsqu'on opère au voisinage de 10°, la réaction se partage en deux

phases. Dans la première, un précipité gélatineux se forme avec abaissement de température, puis une cristallisation suit rapidement, surtout si l'on frotte les parois du vase. La transformation est accompagnée d'une élévation de température qui se poursuit pendant quinze ou vingt minutes et quelquefois beaucoup plus, sans qu'il soit possible de s'assurer que la réaction est terminée [$+16^{Cal},0$ (B)[1], $+16^{Cal},4$ (J), $+15^{Cal},8$ (J).

» Si le précipité formé tout d'abord est du phosphate tristrontianique, on déduit pour sa chaleur de formation $+32^{Cal},7$, $+32^{Cal},4$ $+32^{Cal},6$, [par saturation directe : $+30^{Cal},3$ (B), $+31^{Cal},9$ (J)]. Dans ce cas, la seconde réaction peut être formulée

$$PO^8Sr^3, Aq + NaCl = PO^8Sr^2Na, Aq + SrCl,$$

réaction exothermique qui, si elle était complète, serait de $+16^{Cal}$ à $+18^{Cal}$ suivant la valeur adoptée pour la chaleur de formation du tristrontianique. L'expérience donne des nombres très voisins.

Il se pourrait cependant que le précipité primitif renfermât une certaine quantité du phosphate double gélatineux, qui, en cristallisant, déterminerait la transformation de la masse totale. On s'expliquerait ainsi la rapidité plus ou moins grande des réactions secondaires suivant que l'on verse le chlorure dans le phosphate ou le phosphate dans le chlorure.

» Enfin, si le précipité gélatineux est un phosphate double, la seconde réaction n'est plus qu'une cristallisation, comparable à la transformation du phosphate ammoniaco-magnésien étudiée par M. Berthelot (*Comptes rendus*, t. CIII, p. 966).

» L'arséniate [2] double est plus stable que le phosphate; à $+10^o$

$$AsO^8Sr^2Na + 18HO \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +50^{Cal},2.$$

» *Calcium*. — Je n'ai pu obtenir avec la chaux, tout au moins aux températures comprises entre 10° et 18°, de phosphate double cristallisé; aussi la précipitation du phosphate trisodique par le chlorure de calcium est-elle d'une grande simplicité. La chaleur de formation du tricalcique gélatineux est $+32^{Cal},0$ (B); $+32^{Cal},1$ (J); $+32^{Cal},7$ (J) à des températures comprises entre 10° et 14°.

» *Baryum*. — On prépare facilement un phosphate et un arséniate sodico-

---

(1) (B) Berthelot, (J) Joly.

(2) Il a été obtenu à l'état de précipité par M. Salkowski (*Journ. für prakt. Chem.*, t. CIV).

barytiques (¹) en petits cristaux cubiques renfermant $18^{éq}$ d'eau. Leurs chaleurs de formation, déduites des réactions

$$PO^8Na^3 \quad \text{ou} \quad AsO^8Na^3 (1^{éq} = 8^{lit}) + 2BaCl$$

à + 16° et + 18°, sont $50^{Cal},8$ et $50^{Cal},4$.

» Le phosphate gélatineux initial, en admettant qu'il soit purement tribarytique, est formé avec $+33^{Cal}$ environ. La saturation directe donne $+30^{Cal},4$(B), $+32^{Cal},1$(J), $+32^{Cal},8$(J).

» Le phosphate sodicobarytique est moins stable que le composé strontianique; sa décomposition par l'eau devient sensible à + 20° et les réactions thermiques accusent alors tantôt la formation partielle du sel double, tantôt la formation seule du tribarytique. Celui-ci se forme exclusivement lorsqu'on précipite $4^{éq}$ ou $6^{éq}$ de BaCl par le sel trisodique ($+33^{Cal},3$, $+33^{Cal},5$).

» Il paraît exister, en outre, un état moléculaire particulier du tribarytique. Par saturation directe, j'ai observé, en effet, la transformation presque instantanée du phosphate gélatineux en un précipité grenu formé avec $+39^{Cal},9$, $+39^{Cal},2$; par double décomposition, j'ai obtenu $+40^{Cal},6$. C'est à cet état grenu que se rapporte probablement le nombre $+38^{Cal},9$ obtenu par MM. Berthelot et Louguinine en 1876.

» Si l'on compare les chaleurs de formation des phosphates trimétalliques alcalino-terreux, les sels doubles, les phosphates et arséniates trisodiques cristallisés dont j'ai déterminé les chaleurs de dissolution à 18°-20° dans 12^{lit} d'eau ($-14^{Cal},5$ et $-12^{Cal},6$), on a (²)

{	$PO^8(Ca^3, Sr^3, Ba^3)$, Aq. gélatineux	$+ 32^{Cal}$ ou 33^{Cal}
	PO^8Ba^3, Aq. grenu	+ 39 environ
{	$PO^8Sr^2Na + 18HO$ crist.	+ 50,4
	$PO^8Ba^2Na + 18HO$ crist.	+ 50,8
	$AsO^8Sr^2Na + 18HO$ crist.	+ 50,2
	$AsO^8Ba^2Na + 18HO$ crist.	+ 50,4
{	$PO^8Na^3 + 24HO$ crist.	+ 48,1
	$AsO^8Na^3 + 24HO$ crist.	+ 48,0

» En résumé, si l'on effectue la précipitation du phosphate trisodique

(¹) Le phosphate a été signalé déjà par MM. de Schulten (*Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIX, p. 500) et Villiers (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 1103), soit en cristaux tétraédriques renfermant 20HO, soit comme un précipité amorphe.

(²) Sauf corrections dues, toutes les fois que le sel est obtenu à partir du sel trisodique, aux variations de la chaleur de neutralisation avec la température et la dilution. Ces corrections peuvent, dans le cas le plus défavorable, s'élever à $+3^{Cal}$.

par $3^{éq}$ de strontiane ou de baryte dans des conditions de température ou de milieu telles que le sel double est stable, celui-ci prend naissance exclusivement, correspondant à un *maximum thermique*. Si ce sel se dissocie, la réaction est limitée; enfin, à une température d'environ 70°, on obtient le phosphate trimétallique seul. Ces mêmes phénomènes s'observent dans l'étude du phosphate ammoniaco-magnésien. Celui-ci n'est stable, en effet, qu'en présence d'un excès de chlorhydrate d'ammoniaque et se décompose par l'eau bouillante en donnant du phosphate trimagnésien, comme l'a démontré M. Debray (*Comptes rendus*, t. LIX, p. 42). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les vanadates métalliques*. Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« J'ai décrit, il y a quelques années (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1048), un certain nombre de vanadates préparés par voie sèche, et il est aisé de constater que leurs formules appartiennent toutes à l'un des types résumés dans ma Note du 25 avril dernier. Mais les vanadates métalliques peuvent aussi cristalliser par voie humide et l'on peut obtenir aisément un grand nombre d'entre eux; il suffit de verser un excès de vanadate d'ammoniaque dans une dissolution du nitrate de la base que l'on considère, en opérant tantôt à chaud, tantôt à froid, et suivant les circonstances, dans des liqueurs neutres ou acides. Nous examinerons brièvement quelques-uns de ces composés.

» I. *Vanadates de magnésie*. — Le vanadate neutre se prépare directement en faisant bouillir de l'acide vanadique soluble avec un excès d'hydrocarbonate de magnésie; on obtient, après filtration, une liqueur jaunâtre qui, par évaporation dans le vide, se transforme en un sirop épais dans lequel se déposent ensuite des mamelons constitués par de petites aiguilles transparentes; on les débarrasse de l'eau mère en les abandonnant quelque temps sur une plaque de porcelaine poreuse; leur composition répond à la formule $VO^5MgO, 6HO$. Ces cristaux perdent leur eau quand on les chauffe, deviennent jaune citron, puis fondent à température élevée.

» Une solution chaude et saturée de vanadate d'ammoniaque, mélangée avec un excès de chlorure de magnésium et d'acide acétique, donne une belle liqueur rouge qui, lorsqu'on l'évapore, donne des cristaux brillants, transparents et rouges, de bivanadate de magnésie $2VO^5MgO, 9HO$.

» II. *Vanadates de baryte*. — En versant du nitrate de baryte dans une

solution bouillante de vanadate d'ammoniaque, on obtient un précipité blanc qui se dissout d'abord, puis qui devient permanent et remplit tout le liquide. Si l'on ajoute alors un excès de nitrate, le précipité diminue beaucoup de volume et se rassemble au fond du vase; en même temps, il se transforme en petits prismes incolores et transparents de vanadate neutre VO^5BaO.

» En opérant de la même façon, mais en présence d'acide acétique, la liqueur rouge que l'on obtient donne, après concentration et refroidissement, de beaux cristaux rouge orangé, transparents, dérivant d'un prisme rhomboïdal droit et contenant $3VO^5, 2BaO, 14HO$.

» III. *Vanadates de chaux*. — En mélangeant un excès de vanadate d'ammoniaque avec une solution de nitrate de chaux et un peu d'acide nitrique, on obtient une liqueur rouge qui, lentement évaporée, donne des cristaux rouges à reflets dorés; ces cristaux, très solubles dans l'eau, se réduisent, quand on les chauffe, en une poudre jaune; ils renferment $3VO^5CaO, 12HO$.

» Un excès de chlorure de calcium ne donne aucun précipité dans une solution de vanadate d'ammoniaque; mais l'addition d'ammoniaque détermine la formation d'un dépôt blanc volumineux qui, par l'ébullition, se rassemble au fond du vase. Il se produit ainsi des petits mamelons formés d'aiguilles incolores et transparentes, groupées autour d'un point central. Cette substance, très soluble dans les acides étendus, perd son eau sans fondre quand on la chauffe, et se change en poudre jaune; elle renferme $VO^5, 2CaO, 2HO$.

» IV. *Vanadates de nickel*. — Il ne se produit rien quand on mélange du vanadate d'ammoniaque avec un excès d'azotate de nickel faiblement acidulé par de l'acide azotique; mais, en chauffant la liqueur, on voit bientôt apparaître un précipité qui, par l'ébullition, se transforme en cristaux; ce sont de petits prismes jaune verdâtre, transparents, très solubles dans l'acide azotique étendu, et qui renferment VO^5NiO.

» L'eau mère, colorée en vert brun, dépose de nouveaux cristaux quand on la concentre; ceux-ci, beaucoup plus gros que les premiers, sont transparents, brun verdâtre et contiennent $2VO^5NiO, 3HO$.

» V. *Vanadates de cobalt*. — Les choses se passent de manière tout à fait semblable avec l'azotate de cobalt : on n'obtient rien à froid; mais, à l'ébullition, il se produit un précipité qui se change bientôt en cristaux grenat foncé dérivant d'un prisme rhomboïdal. Ces cristaux renferment $VO^5CoO, 3HO$; ils sont très solubles dans l'eau et deviennent anhydres

quand on les chauffe, en même temps que leur couleur devient beaucoup plus foncée.

» VI. *Vanadate de zinc.* — Un mélange de vanadate d'ammoniaque avec un excès de nitrate de zinc ne se trouble que lorsqu'on le chauffe; il se produit un précipité blanc jaunâtre qui, à l'ébullition, donne naissance à des cristaux transparents et brillants jaune clair, dont la forme est celle d'un cube ou d'un rhomboèdre très voisin. Ces cristaux perdent de l'eau quand on les chauffe; leur composition correspond à la formule $VO^5ZnO, 2HO$.

» VII. *Vanadate de cuivre.* — Une solution très étendue de sulfate de cuivre donne, avec le vanadate d'ammoniaque, un précipité qui se redissout quand on élève la température, mais qui devient permanent si le sulfate métallique est en excès. Bouilli dans la liqueur mère, il cristallise en petites lames rhomboïdales, transparentes, jaune vert, qui, une fois sèches, tachent les doigts comme de l'or mussif. L'analyse conduit à leur attribuer la formule $VO^5, 2CuO, 3HO$.

» VIII. *Vanadate de plomb.* — Il se forme un volumineux précipité jaune quand on verse une solution de vanadate d'ammoniaque dans une de nitrate de plomb mélangée d'acide acétique. Par l'ébullition, ce dépôt diminue très notablement de volume et se transforme en cristaux jaune de soufre. Ce sont des prismes transparents terminés par des pointements très allongés qui donnent au cristal l'apparence d'un fuseau. Ces prismes se groupent fréquemment en étoiles à six ou huit branches; ils sont anhydres, solubles à chaud dans l'acide azotique étendu, et renferment $VO^5, 2PbO$.

» IX. *Vanadate d'argent.* — Le vanadate d'ammoniaque donne avec le nitrate d'argent un volumineux précipité janne, qui devient rougeâtre à 100°. Cette matière amorphe, lavée et séchée, se dissout lentement dans le nitrate d'argent maintenu en fusion, et la masse, reprise par l'eau, laisse des paillettes brillantes, jaune d'or, transparentes; ce sont des lames rhomboïdales ou des prismes à six pans plus ou moins aplatis et quelquefois terminés par un pointement pyramidal; ils se dissolvent aisément dans l'acide nitrique étendu et renferment $VO^5, 2AgO$.

» Le précipité primitif se dissout dans l'ammoniaque, en donnant une liqueur incolore; celle-ci, abandonnée au-dessus d'un vase contenant de l'acide sulfurique et placé sous une cloche, perd de l'ammoniaque et dépose des cristaux; ils sont jaunes, brillants et se présentent sous la forme de petits mamelons constitués par des aiguilles transparentes ayant la forme d'un prisme à six pans. Ces cristaux retiennent de l'ammoniaque

qui se dégage quand on les chauffe; leur composition est exprimée par la formule $3(AgO, VO^5), 2AzH^4O$.

» X. *Vanadate de cadmium.* — Le vanadate d'ammoniaque donne avec le nitrate de cadmium mélangé d'acide acétique une belle liqueur rouge; celle-ci ne tarde pas à se troubler quand on la fait bouillir; elle se décolore presque entièrement et dépose en même temps des petits cristaux rouges, brillants, qui renferment $3VO^5CdO, 2HO$.

» On le voit par les exemples qui précèdent, les vanadates cristallisés obtenus par voie humide présentent, comme ceux que fournit la voie sèche, des compositions analogues à celles des vanadates alcalins; ils rentrent tous dans les mêmes types de formules. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorhydrates de chlorures : chlorhydrate de perchlorure de fer.* Note de M. ENGEL, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que l'acide chlorhydrique précipite les chlorures de leur solution, de telle sorte qu'à l'origine $1^{éq}$ d'acide chlorhydrique déplace sensiblement $1^{éq}$ du chlorure (*Comptes rendus,* 15 mars 1886).

» Cette loi a été vérifiée pour un grand nombre de chlorures, les uns peu solubles, les autres déliquescents; les uns cristallisant à l'état anhydre, les autres cristallisant avec plusieurs molécules d'eau. Elle s'applique aux chlorures des métaux bivalents, comme aux chlorures des métaux monovalents (*Comptes rendus*, novembre 1886).

» Il y a pourtant à cette loi des exceptions. Mais alors on peut prévoir l'existence d'un chlorhydrate de chlorure, genre de composés dont le nombre s'agrandit chaque jour, à la suite des travaux de M. Berthelot.

» C'est ainsi qu'en observant que l'acide chlorhydrique ne diminue pas la solubilité du chlorure de zinc, j'ai pu préparer deux chlorhydrates de chlorure de zinc bien définis (*Annales de Chimie et de Physique,* t. X, mars 1887). J'ai également obtenu un chlorhydrate de chlorure d'étain (*Comptes rendus*, juillet 1886) en beaux cristaux, que M. Seubert (*Berichte d. deutsc. chem. Ges.*, mars 1887) a préparé après moi, en confirmant tous les résultats auxquels j'étais arrivé.

» L'acide chlorhydrique ne précipite pas la solution, même concentrée, de perchlorure de fer; le gaz chlorhydrique sec liquéfie, au contraire, les deux hydrates de perchlorure de fer $Fe^2Cl^6 + 12H^2O$ et $Fe^2Cl^6 + 5H^2O$.

L'existence d'un chlorhydrate de perchlorure de fer était donc très probable. Ce corps a été entrevu par M. Sabatier (*Comptes rendus*, 1881), qui n'est pas arrivé à l'isoler. J'ai pu, au contraire, préparer facilement de grandes quantités de chlorhydrate de perchlorure de fer, en opérant de la manière suivante :

» J'ai pris pour point de départ le perchlorure de fer en plaques du commerce. En traitant ce produit par un courant d'acide chlorhydrique sec, on le voit peu à peu se liquéfier et, finalement, on obtient un liquide au fond duquel reste un dépôt d'un corps brun pulvérulent, dont le poids atteint souvent le dixième du poids du perchlorure de fer mis en œuvre. Ce corps brun, dont la composition n'est d'ailleurs pas constante, renferme toujours moins de chlore qu'il n'en faut pour que tout le fer soit à l'état de perchlorure, et cela quoiqu'il se soit formé au sein d'un liquide saturé d'acide chlorhydrique. Il faut donc l'envisager comme un oxychlorure insoluble dans l'acide chlorhydrique. On en débarrasse le liquide soit par décantation, soit par filtration sur un peu de soie de verre. Ce liquide peut servir à préparer avec la plus grande facilité chacun des deux hydrates de perchlorure de fer.

» S'agit-il d'obtenir l'hydrate jaune $Fe^2Cl^6 + 12H^2O$, on abandonne le liquide sous une cloche en présence de potasse ou de soude caustique en morceaux. La potasse s'empare peu à peu de l'acide chlorhydrique dont le liquide est saturé. Il se forme du chlorure de potassium et de l'eau que la solution de perchlorure de fer absorbe lentement en donnant des rognons jaune d'or d'hydrate $Fe^2Cl^6 + 12H^2O$.

» Si, au contraire, l'on chauffe vers 100° le liquide obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique gazeux sur le perchlorure de fer en plaques du commerce, il perd de l'eau et de l'acide chlorhydrique sans qu'il se forme d'oxychlorure. Après quelques heures de chauffe, le liquide, toujours très riche en acide chlorhydrique, abandonne, par le refroidissement lent, de magnifiques cristaux rouge grenat foncé de l'hydrate $Fe^2Cl^6 + 5H^2O$. Cet hydrate, dont la préparation était difficile et longue, n'a été obtenu jusqu'ici que par un petit nombre de chimistes. En opérant comme je viens de le dire, il est facile d'en préparer, même avec l'outillage d'un laboratoire, plusieurs kilogrammes en moins de vingt-quatre heures. Il y aurait utilité à employer l'un ou l'autre de ces hydrates pour la préparation de la solution officinale de perchlorure de fer. On aurait ainsi une solution au titre voulu, sans excès d'acide, sans chlore et sans oxychlorure de fer.

» L'acide chlorhydrique gazeux absolument sec liquéfie rapidement

l'hydrate de fer $Fe^2Cl^6 + 5H^2O$. Le liquide saturé d'acide chlorhydrique a à 25° une densité de 1,707 et répond à la composition

$$Fe^2Cl^6 + 5H^2O + 2,2\,HCl.$$

Lorsqu'on le refroidit à 0°, il s'y forme de grandes lames cristallines, minces, transparentes, d'une couleur jaune ambré, mesurant souvent 0m,02 ou 0m,03 de longueur sur 0m,01 de largeur. Les cristaux, qu'on peut isoler en les essorant rapidement ou en les essuyant sur une plaque de porcelaine dégourdie placée dans de l'air desséché par l'anhydride phosphorique, constituent le chlorhydrate de perchlorure de fer et répondent à la formule

$$Fe^2Cl^6 + 2\,HCl + 4H^2O.$$

	Trouvé.		
	I.	II.	Calculé.
Fe	23,5	23,6	23,8
Cl	60,1	59,9	60,4
Eau et H (par différence).	16,4	16,5	15,7

» La quantité d'eau est un peu forte. La formule exacte du composé serait, d'après les analyses,

I	$Fe^2Cl^6 + 2,04\,HCl + 4,2\ H^2O$
II	$Fe^2Cl^6 + 1,93\,HCl + 4,25\,H^2O$

» Mais ce léger excès d'eau s'explique facilement par l'extrême déliquescence du composé analysé.

» Tous les chlorhydrates de chlorure qu'on a pu isoler jusqu'à présent renferment de l'eau de cristallisation. Ils sont en général plus solubles que les chlorures correspondants. Dans le Tableau ci-dessous, je donne, comme exemple, la solubilité du sublimé corrosif dans l'eau en présence de quantités variables d'acide chlorhydrique. Les chiffres indiquent en milli-équivalents les quantités d'acide chlorhydrique et de chlorure mercurique dans 10cc de la solution. La densité des solutions, inscrite dans une première colonne, a permis de calculer en grammes la quantité d'eau dans 10cc de solution. On peut donc aisément rapporter la solubilité à un même poids d'eau. M. Ditte a déjà déterminé la solubilité du sublimé corrosif dans 100 parties de solutions diversement étendues d'acide chlorhydrique, mais les densités des solutions saturées n'ont pas été prises par ce savant.

Expériences.	Densités.	$\frac{HgCl^2}{2}$.	HCl.	Eau.
I..................	1,117	9,7	4,3	9,704
II..................	1,238	19,8	9,9	9,311
III..................	1,427	35,5	17,8	8,816
IV..................	1,665	55,8	26,9	8,135
V..................	1,810	68	32,25	7,714
VI..................	1,873	72,3	34,25	7,679
VII..................	2,023	85,5	41,5	7,131
VIII..................	2,066	88,65	48,1	6,893
IX..................	2,198	95,675	70,875	6,431

CHIMIE. — *De la précipitation simultanée des mélanges d'iodates et de sulfates par les sels barytiques.* Note de M. **Chroustchoff**, présentée par M. Berthelot.

« En précipitant un mélange d'iodate et de sulfate de potasse, dissous dans de l'eau, par une dissolution d'un sel barytique pris en quantité équivalente à l'un des deux sels potassiques, on obtient des précipités de composition très variable selon les conditions de leur formation. Le partage de la base (baryte) entre les deux acides présents (iodique et sulfurique) semble à première vue être un phénomène irrégulier et d'une grande complexité ; mais, en attaquant le problème par deux méthodes différentes, celle d'analyse pure et celle des mesures calorimétriques, on parvient à entrevoir les différentes phases successives et simultanées de la précipitation des mélanges.

» Les expériences suivantes ont été faites dans le but d'élucider cette question.

» I. *Expériences analytiques.* — Le produit final qu'on obtient par le mélange d'une dissolution de $K^2I^2O^6$ avec une dissolution de $BaCl^2$, est un corps hydraté :

$$BaI^2O^6, H^2O,$$

décrit par Millon et Rammelsberg. J'ai trouvé que cet hydrate est éminemment dissociable ; on ne peut pas le dessécher dans le vide sans le décomposer : ainsi après 48^h environ, et à une température de 15° C., il avait perdu près de $\frac{1}{3}H^2O$. Sous la pression ordinaire d'autre part on l'obtient facilement à l'état de pureté (théorie : 3,56 pour 100; expérience : 3,70 pour 100 d'eau). La recherche des transformations mutuelles entre les corps du système en question m'a donné, entre autres, les résultats suivants : Le BaI^2O^6, séché à 140°, en contact avec une dissolution de K^2SO^4, donne après 67^h de réaction un précipité qui se compose de 79 pour 100 de $BaSO^4$ et de 21 pour 100 de BaI^2O^6 ; 88 pour 100 du BaI^2O^6 initial ont donc été transformés en $BaSO^4$.

» Le $BaSO^4$, séché à 140°, en contact avec une dissolution de $K^2I^2O^6$, donne dans 43^h de réaction un précipité qui se compose de 93 pour 100 de $BaSO^4$ et 7 pour 100 de BaI^2O^6; 3,5 pour 100 environ du $BaSO^4$ initial ont donc été transformés en BaI^2O^6. On voit que cette transformation est limitée, la limite étant une fonction de la dissociabilité de l'hydrate BaI^2O^6, H^2O et des chaleurs de formation des corps du système envisagé, comme nous allons le voir. En versant une dissolution de $BaCl^2$ dans un mélange de $2K^2I^2O^6 + 2K^2SO^4$, dissous à l'avance, on obtient après 30^m de contact un précipité, qui se compose de 92,5 pour 100 de $BaSO^4$ et 7,5 pour 100 de BaI^2O^6. En versant une dissolution de $K^2I^2O^6 + K^2SO^4$ dans une dissolution de $BaCl^2$, on obtient après 45^m de contact un précipité, qui se compose de 84 pour 100 de $BaSO^4$ et 16 pour 100 de BaI^2O^6. Du $BaSO^4$ précipité (non séché) donne avec une dissolution de $K^2I^2O^6$, après 30^m de contact, un précipité, qui se compose de 86,5 pour 100 de $BaSO^4$ et 13,5 pour 100 de BaI^2O^6. Enfin du BaI^2O^6, H^2O nouvellement précipité donne avec une dissolution de K^2SO^4, après 25^m de contact, un précipité, qui se compose de 61 pour 100 de $BaSO^4$ et 39 pour 100 de BaI^2O^6.

» La transformation des corps nouvellement précipités a donc une allure beaucoup plus rapide que celle des corps, ayant été préalablement desséchés au-dessus de 100°. On voit également que le minimum de BaI^2O^6 contenu dans les précipités, après un contact de 25^m, n'excède pas 8 pour 100 environ.

» II. *Expériences calorimétriques.* — Je réunis les principales données thermiques trouvées par moi dans le Tableau suivant :

Chaleur de réaction.

$K^2I^2O^6$(diss.) + $BaCl^2$(diss.)	Cal +11,0 à 13°-15°
K^2SO^4(diss.) + $BaCl^2$(diss.)	+ 6,1
(K^2SO^4 + $K^2I^2O^6$)(diss.) + $BaCl^2$(diss.)	+ 5,9
$K^2I^2O^6$(diss.) + BaN^2O^6(diss.)	+10,6 à 17°
$H^2I^2O^6$(diss.) + BaN^2O^6(diss.)	+13,5 à 13
H^2SO^4(diss.) + BaN^2O^6(diss.)	+ 8,3
(H^2SO^4 + $H^2I^2O^6$)(diss.) + BaN^2O^6(diss.)	+ 8,65

» On remarquera d'abord que la chaleur de réaction qui accompagne la formation des précipités mixtes ne correspond nullement à la moyenne des chaleurs des réactions isolées. Ainsi $\frac{1}{2}K^2SO^4 + \frac{1}{2}K^2I^2O^6 + BaCl^2$ donnerait $+ 8^{Cal},55$, au lieu de $+ 5^{Cal},9$ observées; de même $\frac{1}{2}H^2I^2O^6 + \frac{1}{2}H^2SO^4 + BaN^2O^6 = + 10^{Cal},9$, au lieu de $+ 8^{Cal},65$ observées. Si le mélange de ($K^2SO^4 + K^2I^2O^6$) et de $BaCl^2$ laissait déposer dès le début un précipité à 8 pour 100 de BaI^2O^6, comme dans l'expérience analytique, ou probablement même plus riche en BaI^2O^6 avant 25^m de contact, on devrait s'attendre à trouver une chaleur de réaction d'*au moins* $+ 6^{Cal},5$, au lieu de $+ 5^{Cal},9$. Mais, si la répartition de la baryte se fait selon les chances de rencontre de ses molécules avec celles des deux autres sels, et si le BaI^2O^6 précipité se transforme consécutivement en $BaSO^4$, il faudrait déduire $2^{Cal},65$ de la moyenne $= + 8^{Cal},55$ pour obtenir le nombre observé de $5^{Cal},9$. Ce calcul correspondrait à une transformation consécutive de 94,5 pour 100 du sel initial, résultat conforme à l'expérience analytique.

» En admettant l'exactitude des chaleurs de formations suivantes, trouvées par M. Thomsen à une température d'environ 18°C,

	Cal
$[H^2, I^2, O^6, Aq]$	111,6
$[K^2, I^2, O^6, Aq]$	235,4
$[H^2, S, O^4, Aq]$	210,8
$[K^2, S, O^4, Aq]$	338,2
$[H^2, N^2, O^6, Aq]$	98,2
$[Ba, N^2, O^6, Aq]$	216,8
$[K^2, N^2, O^6, Aq]$	222,0
$[Ba, Cl^2, Aq]$	196,8
$[K^2, Cl^2, Aq]$	202,4

on obtient, pour la chaleur de formation de l'iodate de baryte, des nombres différents. Ainsi, en partant de la chaleur de réaction

$$K^2I^2O^6 + BaCl^2 \ldots\ldots + 11^{Cal},0$$

on arrive au nombre 240,8; en partant de la chaleur de réaction

$$K^2I^2O^6 + BaN^2O^6 \ldots\ldots + 10^{Cal},6$$

au nombre identique égal à 240,8; mais, en partant de la chaleur de réaction $H^2I^2O^6 + BaN^2O^6 = +13^{Cal},5$, on arrive au nombre plus élevé égal à 243,7. Si cette différence provenait de l'état d'hydratation variable de l'iodate barytique et en admettant le précipité formé par le mélange des sels neutres comme étant égal à BaI^2O^6, on aurait évidemment

$$BaI^2O^6\text{sol.} + H^2O\text{liq.} = BaI^2O^6, H^2O\text{sol.} \ldots + 2^{Cal},9$$

Or, en dissolvant dans un grand excès de K^2SO^4 dissous du BaI^2O^6, H^2O ou bien du sel anhydre BaI^2O^6, j'ai obtenu une différence de $2^{Cal},8$, qui serait la chaleur d'hydratation. Cette valeur de $2^{Cal},8$ coïncide singulièrement avec la différence $+2^{Cal},9$ et semble confirmer l'hypothèse énoncée. On aurait alors les chaleurs de réaction suivantes pour les corps *solides :*

	Cal
$K^2SO^4 + BaCl^2 = BaSO^4 + K^2Cl^2$	+9,9
$K^2I^2O^6 + BaCl^2 = BaI^2O^6 + K^2Cl^2$	+8,3
$BaI^2O^6 + K^2SO^4 = BaSO^4 + K^2I^2O^6$	+1,6
$BaI^2O^6, H^2O + K^2SO^4 = BaSO^4 + K^2I^2O^6 + H^2O\text{liq.}$	−1,0

» En se laissant guider par la loi du travail maximum, on devrait s'attendre à une transformation de BaI^2O^6, H^2O par K^2SO^4, limitée par la dissociation de l'hydrate, dont une petite quantité subsisterait en présence de

l'eau et serait inattaquable par K^2SO^4. Toutes ces déductions sont conformes à l'expérience. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'influence de la chaleur et de la lumière dans les chlorurations.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. Friedel.

« On connaît aujourd'hui un très grand nombre de produits chlorosubstitués appartenant à la série aromatique, mais le nombre de ceux qui ont été obtenus par une chloruration directe est relativement restreint et ce sont, pour la plupart, des hydrocarbures.

» Les travaux de MM. Beilstein et Geitner relatifs à l'action du chlore sur le toluène et ses homologues les avaient conduits à formuler la règle suivante : « La substitution du chlore à l'hydrogène dans un composé aromatique a lieu dans le noyau lorsqu'on opère à basse température ; à une température élevée, elle se produit dans les chaînes latérales.

» Tout dernièrement, M. Schramm a repris l'étude des substitutions halogénées dans les hydrocarbures et fait voir que la chaleur n'était pas seule à intervenir pour la formation de tel ou tel isomère et que, même à 0°, on pouvait obtenir des produits substitués dans les chaînes à la condition d'opérer à la lumière solaire.

» Il était intéressant de rechercher si ces règles, basées sur des observations uniquement relatives aux hydrocarbures, s'appliquaient aussi à des substances de fonction chimique différente.

» J'ai choisi pour mes expériences une acétone, le méthylbenzoyle.

» Dans une Note précédente, j'ai déjà montré que, en effectuant la chloruration à la température d'ébullition du méthylbenzoyle, on obtient simultanément les trois produits substitués dans la chaîne, mais que dans ces conditions on ne pouvait isoler à l'état de pureté que le dérivé monochloré. J'ajouterai ici que ce procédé, indiqué par M. Graebe pour préparer ce corps, donne de mauvais rendements parce que, cette réaction dégageant déjà par elle-même une très grande quantité de chaleur, on facilite encore en chauffant la transformation du produit en dérivés bi et tri-substitués.

» Lorsqu'on dirige un courant de chlore sec dans du méthylbenzoyle à la température ordinaire, on observe immédiatement un dégagement d'acide chlorhydrique qui devient de plus en plus abondant; en même temps le liquide s'échauffe, et, avec un courant un peu rapide, j'ai vu sa

température s'élever à 150°. La réaction se ralentit à mesure que la chloruration s'avance; on l'arrête lorsque le dégagement d'acide chlorhydrique est devenu presque nul. Les dosages de chlore indiquent que dans ce cas la substitution s'arrête sensiblement à un produit bichloré. L'oxydation montre que la substitution a lieu exclusivement dans la chaîne.

» En opérant toujours à la lumière diffuse avec un courant lent de chlore et en refroidissant le liquide par un courant d'eau froide la substitution va aussi loin. L'acide obtenu par oxydation ne colore pas la flamme en vert en présence de l'oxyde de cuivre; il fond à 120° (l'acide benzoïque pur fond à 121°). J'ai fait deux dosages de chlore de cet acide; ils m'ont donné une moyenne de 0,35 de chlore pour 100, ce qui correspond à la formation d'environ 1 pour 100 du dérivé chloré dans le noyau.

» J'ai répété les mêmes expériences sans refroidir et en refroidissant, mais dans l'obscurité complète. Les résultats ont été les mêmes : élévation de température dans le premier cas et substitution aussi avancée, exclusivement dans la chaîne; dans le second cas, formation de traces seulement de dérivé chloré dans le noyau comme à la lumière diffuse, même en refroidissant à 0°.

» Le dégagement de chaleur produit dans la chloruration du méthylbenzoyle étant dû principalement à la formation du produit monosubstitué, j'ai pensé éviter encore mieux les élévations de température en prenant ce corps pour produit initial. Dans ce cas aussi, les résultats ont été les mêmes à la lumière diffuse comme dans l'obscurité : substitution dans la chaîne.

» On peut aussi remplacer à froid un troisième atome d'hydrogène par du chlore, mais la réaction est excessivement lente. Ainsi, en remplissant de chlore un flacon de 5^{lit} et en y ajoutant la quantité théorique de méthylbenzoyle bichloré, le flacon n'a été décoloré qu'au bout de cinquante heures dont quinze d'insolation directe. La substitution a encore lieu dans la chaîne.

» En résumé, quelle que soit la température à laquelle on opère, la substitution a toujours lieu dans la chaîne et, contrairement à ce qui se produit pour les hydrocarbures, la lumière n'exerce aucune influence sur le sens de la réaction; elle n'influe que sur la vitesse. Ainsi la transformation de 30^{gr} de méthylbenzoyle en produit bichloré brut exige une heure à la lumière diffuse et quatre heures dans l'obscurité.

» En présence de ces résultats, il est permis de se demander si c'est la présence dans le noyau aromatique d'un groupement électronégatif qui empêche un élément de même nature de venir s'y substituer à l'hydrogène;

si cette substitution ne pourrait pas s'effectuer en présence de réactifs tels que l'iode ou le chlorure d'aluminium, s'il y aurait absence de réaction avec des composés de structure analogue, mais ne renfermant de l'hydrogène que dans le noyau, tels que le chlorure de benzoyle, le méthylbenzoyle trichloré, la benzophénone, le benzyle.

» Ce sont ces recherches qui m'occupent en ce moment et j'espère pouvoir bientôt en communiquer les résultats à l'Académie (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la sébacedinitranilide.* Note de M. GUSTAVE GEHRING.

« En étudiant l'action de l'acide azotique sur la diphénylsébaçamide, j'ai pu constater que l'acide concentré ordinaire est sans action tant à froid qu'à chaud, tandis que la matière se dissout très facilement et en grande quantité dans l'acide azotique fumant. Si l'on verse une telle solution dans l'eau, il se forme un précipité cailleboté qui, après dessiccation, constitue une poudre jaune, amorphe. Le même corps se dépose, et en plus grande abondance, lorsqu'on chauffe pendant quelque temps 1 partie de sébaçanilide avec 4 parties d'acide sulfurique concentré et 5 parties d'acide azotique fumant et lorsqu'on ajoute de l'eau au produit refroidi de la réaction. Dans ce cas, l'acide sulfurique sert tout simplement pour absorber l'eau qui est toujours formée dans des nitrifications de ce genre. On obtient ainsi par filtration et par dessiccation une poudre qui est soluble dans l'eau bouillante, l'alcool et l'éther. Purifié par le noir animal et par cristallisation dans l'eau, on obtient des cristaux sous forme de plumes blanches, sans goût, fusibles à 133° et dont la composition n'a pas été déterminée.

(1) Dans ma Note du 2 novembre 1886, j'ai décrit le méthylbenzoyle bichloré obtenu par l'action du chlorure d'acétyle bichloré sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium comme un produit liquide ne se solidifiant pas par le chlorure de méthyle. A la suite du froid prolongé de cet hiver, un échantillon de méthylbenzoyle bichloré brut obtenu par l'action directe du chlore a abandonné de gros cristaux qui ont été séparés du liquide et purifiés par compression. Leur point d'ébullition est de 143° sous une pression de 25^{mm} de mercure, leur composition est celle du méthylbenzoyle bichloré et le poids moléculaire déterminé par la méthode de M. Raoult a été trouvé de 187 au lieu de 189. Le méthylbenzoyle bichloré obtenu précédemment était donc maintenu en surfusion et il s'est pris complètement en masse par addition d'un de ces cristaux. Le méthylbenzoyle bichloré fond à 19°.

» Un produit tout différent se forme lorsqu'on fait réagir en tubes scellés l'acide azotique sur la diphénylsébaçamide. Mais ici la plus grande importance s'attache à la quantité et au degré de concentration de l'acide employé. En général, on peut dire que l'acide azotique fumant seul ne peut pas servir, même en quantité très faible, car il y a une décomposition qui, le plus souvent, est totale. D'autre part, la température et le temps de chauffage peuvent varier dans des limites assez larges. Quoique 160° pendant six heures soient suffisants, une température de 190° pendant neuf heures ne diminue pas le rendement sensiblement. Il faut remarquer aussi qu'aussitôt la dissolution faite, on la doit chauffer immédiatement, puisqu'en attendant seulement dix-huit heures, le rendement est nul. Après un grand nombre d'essais, voici les proportions qui réussissent le mieux et qui donnent toujours le même résultat : On délaye 2^{gr} de diphénylsébaçamide finement pulvérisée dans 20^{cc} d'acide azotique de densité 1,32. Il se forme une bouillie à laquelle, en la refroidissant, on ajoute très lentement 15^{cc} d'acide azotique fumant de densité 1,52, à 15°. La solution, ainsi obtenue après peu de temps, est partagée en quatre tubes scellés. On les chauffe à 165° pendant six heures. Le produit de la réaction est versé dans 200^{cc} d'eau. Il se dépose des cristaux qu'on recueille sur le filtre et qu'on lave à l'eau.

» La composition de ce corps, séché à 100°, répond par les données de son analyse à celle de la sébacedinitranilide $C^{10}H^{16}O^2[AzH,C^6H^4(AzO^2)]^2$.

» La sébacedinitranilide cristallise en fines aiguilles dans l'eau; dans l'éther, en aiguilles barbées, mais surtout sous forme de prismes à base carrée, souvent assez larges, fusibles à 116° et qui peuvent être sublimés. Elle est blanche, à saveur très sucrée, mais ne réduit pas le tartrate cupropotassique (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide acétique cristallisable sur le camphène lévogyre.* Note de M. J. LAFONT, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons montré, M. G. Bouchardat et moi, que l'acide acétique se combine au térébène ou camphène inactif, pour donner un acétate qui, par saponification, se transforme en un bornéol inactif.

» J'ai fait agir l'acide acétique cristallisable, dans des conditions analo-

---

(1) Collège de France, laboratoire de M. le Professeur P. Schützenberger.

gues, sur un camphène lévogyre. Le camphène, mis en réaction, a été obtenu à l'aide de l'acétate de potasse alcoolique à 150°, sur le monochlorhydrate de térébenthène; il a un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = -80°37'$.

» On a pris 1 partie en poids de camphène, et 1,5 partie d'acide acétique cristallisable. Par le mélange des deux produits on a obtenu une solution complète parfaitement limpide, qui a été chauffée en vases scellés au bain-marie à 100°, pendant soixante heures environ. Le mélange ainsi chauffé a été distillé dans le vide, pour séparer les portions à point d'ébullition supérieur à 100°, qui ont été recueillies et mises de côté.

» Le liquide qui a distillé avant 100° a été chauffé de nouveau comme la première fois, et les opérations décrites ci-dessus ont été répétées six fois. Après le sixième chauffage, le produit a été traité par l'eau pour séparer la plus grande partie de l'acide acétique non combiné, et le liquide huileux surnageant a été fractionné avec les portions recueillies précédemment, sous une pression de $3^{cm},5$ de mercure tout d'abord, et enfin à la pression ordinaire pour les premières portions.

» Par le fractionnement, le produit s'est nettement partagé en deux fractions, la première passant à la distillation de 155° à 158° à la pression normale, la seconde distillant sous une pression de 35^{mm} de mercure, de 123° à 127°. Les fractions intermédiaires sont à peu près nulles.

» La première portion, bouillant de 155° à 158°, est solide à la température ordinaire; elle est constituée par du camphène non combiné, mais dont le pouvoir a varié : il n'est plus que $[\alpha]_D = -19°53'$.

» Par l'acide chlorhydrique gazeux, il donne un monochlorhydrate dont le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = +9°32'$, tandis que le camphène primitif donne un chlorhydrate dont le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = +25°19'$.

» La fraction bouillant de 123° à 127°, sous une pression de 35^{mm} de mercure, est constituée par un acétate $C^{20}H^{16}(C^4H^4O^4)$ dextrogyre.

» Cet acétate est liquide à la température ordinaire; soumis à un froid de $-50°$, il s'épaissit à peine et ne donne pas trace de cristaux. Sa densité à 0° a été trouvée $D_0 = 1,002$; il possède un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D + 19°41'$. Traité en tubes scellés par la potasse alcoolique, il donne du bornéol et de l'acétate de potasse.

» Le bornéol ainsi obtenu fond après sublimation à 211°, température plus élevée que celle qui est indiquée généralement pour le point de fusion du bornéol; plus élevée même que celle qui a été donnée par M. Wablach. Le pouvoir rotatoire de ce corps est $[\alpha]_D = +14°51'$.

» Ce camphénol oxydé par l'acide azotique se transforme en un camphre

fondant vers 175° et dont le pouvoir rotatoire lévogyre est $[\alpha]_D = -20°2'$.

» L'action de l'acide acétique sur le camphène lévogyre ne donne donc naissance qu'à un seul acétate qui est dextrogyre et qui, par saponification avec la potasse alcoolique, ne donne lui-même que du camphénol et de l'acide acétique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'inosite.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« Dans deux Notes que j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 225 et 297), j'ai montré que l'inosite présente la constitution d'une hexahydroxybenzine. On pouvait dès lors la considérer, soit comme un produit d'addition de l'hexaphénol, soit comme un alcool à fonction simple voisin de la mannite. Les dérivés qu'il me reste à décrire vont permettre de décider entre ces deux interprétations.

» *Inosite hexacétique :* $C^6H^6(C^2H^3O^2)^6$. — Ce corps s'obtient en chauffant l'inosite à 120°-170° avec du chlorure d'acétyle ou de l'anhydride acétique, ou mieux encore en portant à l'ébullition, dans une fiole ouverte, un mélange d'inosite anhydre et d'anhydride acétique en présence de chlorure de zinc fondu. L'inosite hexacétique se précipite à l'état cristallin par simple addition d'eau.

» Ce corps est complètement insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool chaud et dans l'anhydride acétique, d'où il cristallise par refroidissement. Il se sublime déjà à 200°, fond à 212° et bout sans altération à 234° dans le vide. Dans l'air, même à pression réduite, il brunit rapidement et l'on n'a pu déterminer sa densité de vapeur. Les alcalis, en solution alcoolique, le saponifient rapidement et régénèrent l'inosite inaltérée.

» L'analyse de cette substance a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone total	50,06	50,00
Carbone acétique ...	33,43	33,33
Hydrogène	5,42	5,56

» En même temps que l'inosite hexacétique, on obtient un produit amorphe, soluble à la fois dans l'eau et dans l'alcool, saponifiable et susceptible de reproduire l'éther cristallisé par un nouveau traitement à l'an-

hydride acétique. Ce corps est un mélange d'acétines non saturées; on y a dosé 25,4 pour 100 de carbone acétique, nombre intermédiaire entre ceux qui correspondent à l'inosite triacétique et à l'inosite tétracétique.

» *Inosite hexabenzoïque* : $C^6H^6(C^7H^5O^2)^6$. — On l'a préparée en chauffant l'inosite anhydre avec du chlorure de benzoïle, seul ou additionné d'un fragment de zinc en planure : dans ce dernier cas, l'action est plus rapide. Par addition d'eau on obtient alors une substance blanche, pulvérulente, que l'alcool bouillant sépare en deux parties : l'une est cristallisée en aiguilles microscopiques, insolubles dans tous les dissolvants usuels; l'autre est amorphe et soluble dans l'alcool chaud, précipitable par l'eau.

» Le corps cristallisé constitue l'inosite hexabenzoïque; on y a dosé

	Trouvé.	Calculé.
Carbone total.......	71,52	71,64
Carbone benzoïque..	63,88	62,68
Hydrogène.........	4,48	4,48

» L'inosite hexabenzoïque fond à 258° et se décompose à une température plus élevée; les alcalis la saponifient aisément.

» Quant au corps amorphe, il renferme du chlore et paraît être un mélange de benzochlorhydrines et d'éthers benzoïques inférieurs.

» *Inosite hexanitrique* : $C^6H^6(AzO^3)^6$. — Ce corps a été préparé par la méthode de Vohl (*Liebig's Annalen*, t. CI, p. 55, et *Berichte*, t. VII, p. 106); il est peu stable et détone violemment par le choc. Traité à chaud par la potasse alcoolique, il se décompose en donnant de l'azotite de potassium et un corps jaune, incristallisable, qui résulte évidemment de l'oxydation de l'inosite et qui, par son aspect, rappelle les produits de destruction des oxyquinones. La décomposition de la nitro-inosite par la potasse doit sans doute être représentée par la formule suivante, qui explique le mécanisme de la réaction de Scherer :

$$C^6H^6(AzO^3)^6 + 6KOH + 2H^2O = 6AzO^2K + C^6O^6, 8H^2O.$$

» L'hydrate de perquinone ainsi formé étant très instable, il se décomposerait immédiatement en donnant naissance à des produits colorés.

» Lorsqu'on sursature d'acide sulfureux une solution alcoolique de nitro-inosite additionnée de potasse, on voit se former une abondante cristallisation de nitrilosulfite de potassium $Az(SO^3K)^3 + 2H^2O$ (sulfammonate de potasse de M. Fremy).

» L'acide acétique et la limaille de fer donnent de l'ammoniaque et un

acétonitrate de fer cristallisé en petits prismes bruns; enfin, bouillie avec de l'alcool acidulé par l'acide sulfurique, la nitro-inosite régénère l'inosite primitive, en même temps qu'il se dégage de l'éther nitreux.

» Ces réactions prouvent que la nitro-inosite est un véritable éther et non un phénol nitré, comme on aurait pu le croire par sa formule.

» *Tétrabenzoïltétraoxyquinone* : $C^6O^2(C^7H^5O^2)^4$. — Ce corps s'obtient très aisément en faisant bouillir pendant quelques minutes un mélange de tétraoxyquinone et de chlorure de benzoïle : le dérivé cherché cristallise par le refroidissement en belles aiguilles jaunes.

» L'analyse de ce corps a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Carbone	68,89	69,39
Hydrogène	3,47	3,40

» L'existence de ce dérivé tétrabenzoïque démontre la présence de quatre oxhydryles dans la molécule de la tétraoxyquinone, et confirme la formule de constitution adoptée par Nietzki et Benckiser (*Berichte*, t. XVIII, p. 499). Le chlorure d'acétyle donne un composé analogue, mais très altérable et difficile à obtenir pur.

» On n'a pas réussi à préparer les éthers haloïdes de l'inosite : l'acide chlorhydrique, anhydre ou en solution fumante, n'agit pas à 200°, ni sur l'inosite libre, ni sur son hexacétine.

» Le trichlorure et le pentabromure de phosphore attaquent l'inosite à haute température en la charbonnant; le pentachlorure de phosphore donne, à 150°, de l'acide chlorhydrique, de l'acide phosphoreux et un corps visqueux blanc, soluble en brun dans les alcalis, peu stable et impossible à purifier. Ce produit, qui renferme à la fois du phosphore et du chlore, doit être rapproché de l'acide chlorophénylphosphorique qui se produit lorsqu'on traite le phénol ordinaire par le perchlorure de phosphore.

» Ces résultats montrent que l'hexachlorhydrine de l'inosite $C^6H^6Cl^6$, si elle existe, doit être peu stable et, par conséquent, différente de l'hexachlorure de benzine qui possède la même composition. Il en résulte que l'hexachlorure de benzine n'a pas la structure symétrique qu'on lui attribue d'ordinaire.

» L'hexachlorure de benzine, chauffé à 170° pendant trente heures avec de l'acétate d'argent et de l'anhydride acétique, n'a donné aucune trace

d'inosite hexacétique : on a obtenu seulement des produits volatils avec la vapeur d'eau, contenant sans doute de la benzine trichlorée ([1]).

» En résumé, l'inosite est un alcool hexatomique à fonction simple dérivé de l'hexaméthylène; elle doit être considérée comme une mannite à chaîne fermée et non comme un polyphénol; on savait d'ailleurs déjà qu'elle ne possède pas les liaisons multiples qui sont le caractère distinctif des corps aromatiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux principes cristallisés extraits du santal rouge, la ptérocarpine et l'homoptérocarpine.* Note de MM. **Cazeneuve** et **Hugounenq**, présentée par M. Friedel.

« On a isolé du bois de santal rouge (*Pterocarpus santalinus*) la matière colorante ou *santaline* (Pelletier, Meier, Weyermann et Hæffely) et un principe cristallisé, le *santal* $C^8H^6O^3$ (Weidel), isomérique avec le pipéronal. L'un de nous a signalé, il y a quelques années, une nouvelle substance magnifiquement cristallisée, qu'il a désignée sous le nom de *ptérocarpine* ([2]). L'étude de ce corps, différent du santal de Weidel, n'avait pas été approfondie.

» Nous venons de reprendre l'étude de la ptérocarpine. L'extraction de ce principe immédiat nous a permis d'isoler conjointement une substance qui paraît en être un homologue inférieur s'en rapprochant par ses propriétés chimiques fondamentales. Nous réservons le nom de *ptérocarpine* à ce corps nouveau, appelant *homoptérocarpine* le corps primitivement décrit par l'un de nous, lequel renferme $2CH^2$ en plus, pour nous conformer à la règle habituelle.

» I. Le bois de santal pulvérisé est intimement mélangé avec son poids de chaux éteinte. On humecte d'eau, on dessèche la masse au bain-marie et on l'épuise par l'éther à 56°. La chaux forme avec la matière colorante une laque insoluble dans l'éther, et, avec les résines, des résinates également peu solubles. L'éther passe coloré en jaune; on distille à siccité et l'on reprend le résidu par la plus petite quantité possible d'alcool bouillant à 93°. Par refroidissement, les deux corps, la ptérocarpine et l'homoptérocar-

---

([1]) M. Rosenstiehl avait obtenu, dans cette réaction, un corps cristallisé répondant à la formule $C^6H^6Cl^6 + C^6H^6Cl^3(C^2H^3O^2)^3$.

([2]) *Bulletin de la Société Chimique*, séance du 18 décembre 1874.

pine cristallisent ensemble, souillés de matières résineuses. Une deuxième cristallisation dans l'alcool donne les corps à peu près purs, qu'on achève de purifier par cristallisation dans l'éther à 56°. On obtient encore les deux corps mélangés, la ptérocarpine, sous forme de lamelles, au milieu de longues aiguilles constituées par l'homoptérocarpine. On sépare les deux corps par le sulfure de carbone, qui dissout à froid très facilement l'homoptérocarpine et laisse à peu près intacte la ptérocarpine, qui n'est soluble que dans un grand excès de ce véhicule bouillant.

» 1^{kg} de santal renferme environ 5^{gr} d'homoptérocarpine et 1^{gr} de ptérocarpine.

» II. *Ptérocarpine*. — Ce corps est blanc, bien cristallisé, complètement insoluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant, peu soluble dans l'éther, qui l'abandonne de la solution bouillante en lamelles cristallines. Le sulfure de carbone ne dissout pas, à froid, la ptérocarpine : il la dissout mieux à l'ébullition. Le chloroforme l'abandonne sous la forme de magnifiques prismes appartenant à un système clinorhombique, dont la forme la plus générale est $p\,m\,h^1\,g^1\,e^1\,o^1\,d^{\frac{1}{2}}$. La face e^1 est hémiédrique à gauche, si l'on prend pour base du cristal la face h^1 (1). A cette hémiédrie correspond un pouvoir rotatoire considérable. Pour une solution de $4^{gr},64$ de substance dans 100^{cc} de chloroforme, nous avons obtenu $[\alpha]_j = -211°$.

» Chauffé au-dessus de 145°, ce corps se ramollit et fond à 152° en se colorant légèrement en jaune ; à l'analyse élémentaire, il a fourni les résultats suivants :

» Pour $0^{gr},5249$ de matière, $1^{gr},3185$ de CO^2 et $0^{gr},2285$ de H^2O, soit en centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^8O^3$.
C	68,50	68,18
H	4,83	4,54

» La ptérocarpine paraît donc répondre à la formule $C^{10}H^8O^3$.

» Ce corps est neutre aux réactifs ; il est insoluble dans les acides et dans la potasse concentrée même à l'ébullition ; il est attaqué par la potasse fondante en dégageant une odeur qui rappelle la coumarine ; l'acide azotique concentré le colore en vert.

(1) Nous devons à l'obligeance de M. Morel, chef des travaux de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Lyon, cet examen cristallographique.

» L'homoptérocarpine nous présentera ces mêmes propriétés générales.

» III. *Homoptérocarpine.* — C'est une substance blanche très bien cristallisée, soluble dans l'éther, le chloroforme, la benzine, le sulfure de carbone ; peu soluble dans l'alcool froid, plus soluble dans l'alcool bouillant. L'éther l'abandonne par évaporation lente en magnifiques aiguilles non mesurables atteignant plusieurs centimètres de longueur.

» Comme la ptérocarpine, l'homoptérocarpine est fortement lévogyre. Pour une solution de 4gr,22 dans 100cc de chloroforme, nous avons obtenu $[a]_j = -199°$.

» Vers 70°, ce corps se ramollit; il commence à fondre à 82°, mais la fusion n'est complète qu'à 86°. Fondu, il garde quelques jours l'état pâteux, puis se prend peu à peu en une masse blanche, dure et cassante, qui est de l'homoptérocarpine inaltérée.

» A l'analyse élémentaire, on a obtenu les résultats suivants :

» I. Pour 0,2693 de matière, 0,6993 de CO^2 et 0,1401 de H^2O.

» II. Pour 0,3164 de matière, 0,8183 de CO^2 et 0,1607 de H^2O.

» Ce qui, traduit en centièmes, donne :

	I.	II.	Calculé pour $C^{12}H^{12}O^3$.
C	70,81	70,53	70,58
H	5,77	5,65	5,88

» L'homoptérocarpine semble donc répondre à la formule $C^{12}H^{12}O^3$, qui ne diffère que par $2CH^2$ de la ptérocarpine.

» La potasse en solution concentrée n'attaque pas l'homoptérocarpine même à 200°, après quatre heures de chauffe. La potasse fondante donne de l'acide carbonique et de la phloroglucine : il se dégage une odeur agréable rappelant celle de la coumarine. En même temps, une certaine quantité de substance se volatilise inaltérée.

» Si l'on chauffe l'homoptérocarpine pendant dix heures à 120°, avec deux fois son poids d'acide chlorhydrique concentré, on obtient une résine brun rouge à reflets métalliques, d'où l'on a pu extraire une matière qui paraît être l'éther résorcinique $OH-C^6H^4-O-C^6H^4OH$, obtenu par Barth et Weidel en chauffant la résorcine avec l'acide chlorhydrique. L'acide qui surnage la résine dans les tubes scellés est coloré en jaune : en chassant cet acide et reprenant par l'ammoniaque, on obtient une matière colorante très fluorescente, offrant l'aspect et la puissance de coloration des fluorescéines. Enfin il se forme dans cette réaction du chlorure de méthyle.

» IV. Tous ces caractères nous autorisent à penser que l'homoptérocarpine renferme le groupement résorcique et un ou plusieurs groupements méthyliques. Sa stabilité en présence des réactifs la rapproche des anhydrides internes de la série aromatique, et en particulier des coumarines. La ptérocarpine appartient également à ce groupe suivant toutes probabilités.

» Nous poursuivons cette étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison de l'acide chromique avec l'aniline.* Note de MM. **Ch. Girard** et **L. L'Hote**, présentée par M. Peligot.

« L'aniline est une base organique susceptible de s'unir avec la plupart des acides en formant des composés cristallisés analogues aux sels ammoniacaux par leur constitution.

» Ainsi les acides sulfurique, chlorhydrique, azotique, arsénique peuvent se combiner directement avec l'aniline.

» Lorsqu'on fait réagir l'acide chromique sur l'aniline, on n'obtient pas de chromate défini. La température s'élève rapidement et la réaction est très vive; il y a réduction de l'acide chromique et transformation de l'aniline en produits oxydés. Pour préparer un chromate d'aniline, il faut opérer par double décomposition. Nous avons fait réagir successivement le chromate de potasse et le bichromate sur un sel d'aniline; le chromate neutre n'a pas donné de sel bien caractérisé, mais le bichromate, au contraire, a fourni une combinaison parfaitement cristallisée.

» Il est important de préciser les conditions nécessaires à la formation de ce chromate d'aniline. On prend des solutions saturées de bichromate de potasse et de chlorhydrate d'aniline, aussi froides que possible, qu'on mélange à volumes égaux. On assiste alors à la formation de nombreux cristaux jaunes qui remplissent la solution. La masse cristalline est immédiatement jetée sur un entonnoir en relation avec la trompe à eau. Les cristaux égouttés, lavés avec une petite quantité d'eau, sont rapidement débarrassés du chlorure de potassium qui les imprègne. Le sel, étendu sur une plaque de porcelaine dégourdie, est desséché dans le vide sur l'acide sulfurique.

» En substituant au bichromate de potasse le bichromate de soude, de chaux ou d'ammoniaque, on observe une réaction analogue, avec production de chromate cristallisé.

» Nous avons soumis ce sel purifié à l'analyse. Le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote ont été dosés par les méthodes ordinaires de l'analyse organique. Le chrome a été pesé à l'état de sesquioxyde, en prenant certaines précautions. En effet, ce sel déflagrant à une température peu élevée, il n'est pas possible d'obtenir le sesquioxyde de chrome par simple calcination; on s'exposerait à une perte très sensible de métal. On met dans un creuset de platine $0^{gr},5$ de chromate qu'on recouvre de 10^{cc} d'acide sulfurique dilué au $\frac{1}{10}$. Le mélange, évaporé à sec puis chauffé progressivement jusqu'au rouge vif, laisse du sesquioxyde de chrome pur.

» Voici les chiffres trouvés :

	Expériences I.	Expériences II.		Théorie.
Carbone	36,16	35,72	C^{12}.....	35,56
Hydrogène	3,98	3,77	H^{8}......	3,96
Azote..........	6,55	6,67	Az	6,91
Oxygène.......	27,37	27,91	O^{7}......	27,65
Chrome........	25,94	25,93	Cr^{2}.....	25,92
	100,00	100,00		100,00

» Ce chromate répond bien à la formule du bichromate d'aniline.

» L'équation suivante rend compte de la formation de ce sel :

$$C^{12}H^{7}Az, HCl + KO, 2CrO^{3}$$
$$= C^{12}H^{7}Az, 2CrO^{3}, HO + KCl$$

ou

$$= C^{12}H^{4}(AzH^{3}), 2CrO^{3}, HO + KCl.$$

» Les principaux caractères du bichromate d'aniline sont les suivants :

» Ce sel cristallise en prismes clinorhombiques présentant à leur surface l'aspect de feuilles de fougère et agissant fortement sur la lumière polarisée. Il est peu soluble dans l'eau froide. A la température de 15°, 1^{lit} d'eau dissout $4^{gr},63$ de bichromate d'aniline. Il est décomposé par l'eau bouillante. A l'état humide, il est profondément altéré par l'air et la lumière. A l'état sec, il n'éprouve aucune modification. Il est très peu soluble dans l'alcool, qu'il transforme peu à peu en aldéhyde.

» Le bichromate d'aniline, chauffé à une température peu élevée, se décompose. Projeté sur un bain de mercure porté à la température de 108°, il brûle et laisse un résidu formé d'oxyde de chrome. Il brûle également en présence d'un corps enflammé, ou bien lorsqu'il est soumis au choc du marteau sur l'enclume.

» Mouillé avec de l'acide nitrique fumant, il brûle avec flamme; avec l'acide sulfurique concentré, il brûle comme le cuivre pyrophorique. La solution de ce bichromate, traitée par un alcali, puis agitée avec de l'éther ou de la benzine, abandonne de l'aniline à ces dissolvants. La solution de ce sel donne, avec l'hypochlorite de chaux, la coloration violette caractéristique des sels d'aniline.

» Le bichromate d'aniline, traité par l'eau chaude, engendre diverses matières colorantes violettes semblables à la mauvéine (violet Perkin). De même, en faisant réagir le chlorhydrate d'aniline et l'aniline en excès sur le bichromate d'aniline, on obtient plusieurs produits colorés analogues par leurs nuances à la violaniline et à l'induline.

» Dans une prochaine Communication, nous donnerons l'étude des matières colorantes résultant des diverses transformations du bichromate d'aniline. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la composition des beurres de diverses provenances.* Note de M. E. **Duclaux**, présentée par M. Peligot.

« On considère d'ordinaire les beurres de diverses provenances comme ayant une composition immédiate à peu près identique et ne se distinguant les uns des autres que par la nature de ces matériaux fugaces et difficiles à étudier qui donnent à chaque beurre son parfum et sa saveur. Aussi est-ce une opinion courante que la production d'un bon beurre est partout affaire de méthode et de soins, dans laquelle la nature du laitage ne joue qu'un rôle relativement secondaire.

» Cette opinion s'est raffermie et précisée dans ces dernières années, à la suite des nombreux dosages des acides gras fixes du beurre. Ces dosages, faits par la méthode de Hehner et Angell plus ou moins modifiée, ont fait voir que, dans les beurres les plus divers, la proportion des acides gras fixes, séparés par saponification et pesés en bloc, ne varie guère de plus de 1 pour 100 autour d'une certaine moyenne. Quant à la composition du mélange qu'ils forment, on n'a guère, pour l'étudier, que la méthode imparfaite de la détermination des points de fusion et de solidification, et, de ce côté-là encore, tous les beurres se confondent ou à peu près.

» Je suis arrivé à des conclusions tout autres, en étudiant, par la méthode que j'ai fait connaître ([1]), la proportion et la composition des acides gras

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1022.

volatils dans des beurres de provenances variées et aussi sûres que possibles, car ce que j'ai analysé, ce sont les lots primés aux expositions annuelles du Palais de l'Industrie. J'ai publié l'an dernier les résultats de l'étude des beurres d'Isigny, avec une faute commune de calcul que je répare en les publiant à nouveau aujourd'hui, pour les faire servir de termes de comparaison avec trois échantillons primés de beurres de Gournay (n°s 9 à 11) et cinq lots (n°s 12 à 16) de beurres de Bretagne. Tous ces beurres sont rangés dans l'ordre de mérite que leur a assigné le jury dont je faisais partie. Je place à côté d'eux quatre échantillons (n°s 17 à 20) de beurres du Cantal fabriqués sous mes yeux.

» Le Tableau ci-dessous, disposé comme celui de l'an dernier, ne donne pas les résultats de l'analyse immédiate des beurres, dont l'intérêt est médiocre, et qu'on trouvera ailleurs (¹); mais il indique, pour la matière grasse de chacun de ces beurres, la proportion centésimale, en poids, de l'acide butyrique et de l'acide caproïque, la somme des poids de ces deux acides et leur proportion en équivalents.

Beurres d'Isigny.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Acide butyrique pour 100	5,01	4,92	4,93	5,04	5,09	4,76	4,98	4,85
Acide caproïque pour 100	2,64	2,76	2,75	2,83	2,86	2,52	2,60	2,76
Somme des acides	7,65	7,68	7,68	7,87	7,95	7,28	7,58	7,61
Rapport en équivalents	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,1

Beurres de Gournay et de Bretagne.

	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Acide butyrique pour 100	5,06	3,74	4,25	4,76	4,31	4,44	4,10	4,14
Acide caproïque pour 100	2,83	3,01	3,18	2,85	2,89	3,00	2,58	2,65
Somme des acides	7,89	6,75	7,43	7,61	7,20	7,44	6,68	6,79
Rapport en équivalents	2,1	1,5	1,6	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0

Beurres du Cantal.

	17.	18.	19.	20.
Acide butyrique pour 100	3,72	4,42	4,35	4,86
Acide caproïque pour 100	2,05	2,43	2,41	2,68
Somme des acides	5,77	6,85	6,76	7,54
Rapport en équivalents	2,4	2,4	2,4	2,4

(¹) *Le lait, études chimiques et microbiologiques.* Paris, J.-B. Baillière.

» En consultant ce Tableau, on voit :

» 1° Que, de toutes les provenances, ce sont les beurres d'Isigny qui ont la plus grande uniformité de constitution, tant au point de vue de la somme des acides volatils que de leurs rapports en équivalents. C'est que nulle part ailleurs il n'y avait, je m'en suis assuré, plus d'uniformité dans la race et les conditions d'alimentation.

» 2° Le premier des beurres de Gournay, le n° 9, diffère beaucoup des deux suivants, de même provenance, et se rapproche au contraire beaucoup des beurres d'Isigny. A la dégustation du jury, son goût a tout de suite paru supérieur, et il a été classé d'emblée au premier rang. Quelle est la circonstance qui a pu produire à la fois cette différence de composition et cette supériorité de goût? C'est ce qu'on aurait sans doute quelque peine à rechercher. Nous devons nous borner à mettre ces deux faits en regard l'un de l'autre.

» 3° En laissant ce beurre de côté, on voit que le rapport en équivalents de l'acide butyrique à l'acide caproïque est à peu près constant pour les beurres de la même provenance, mais qu'il varie notablement d'une provenance à l'autre. Il est de 1,6 environ pour les beurres de Gournay, de 1,9 environ pour les beurres de Bretagne, de 2,1 dans les beurres normands, de 2,4 dans ceux du Cantal.

» 4° En dehors des variations dans les quantités pondérales des acides volatils, variations très sensibles d'un échantillon à l'autre pour toutes les provenances, il y a donc un certain degré de constance dans le rapport en équivalents de ces acides volatils chez les beurres d'une même provenance, et ce rapport varie notablement, dans le rapport de 2 à 3, d'une provenance à l'autre.

» Je ne veux pas insister pour le moment sur les conséquences à tirer de ces faits au point de vue de la saveur des beurres et de leurs facultés de conservation; je me borne à en tirer la conclusion que, contrairement à l'opinion commune, la fabrication d'un beurre de type déterminé n'est pas seulement une affaire de soins, et qu'on aurait beau importer en Bretagne ou ailleurs les pratiques de la beurrerie normande qu'on n'y produirait pas du beurre d'Isigny. Y réussirait-on en important en outre la race et le mode d'alimentation et d'élevage des animaux? Ne serait-on pas conduit à tenir compte aussi de la nature des herbages, c'est-à-dire de la constitution géologique du sol? Quelle est en outre l'influence de la saison sur la composition élémentaire du beurre? celle de l'âge du lait? Ce sont là autant

de questions connexes que je n'ai encore fait qu'aborder superficiellement, et sur lesquelles je compte revenir. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les fermentations par le protoplasme d'un animal récemment tué*. Note de M. **Fokker** (de Gröningue).

« Lorsque, en 1865, la Commission, pour laquelle l'Académie des Sciences avait désigné cinq de ses Membres les plus éminents, avait rendu son Rapport *Sur les expériences relatives à la génération spontanée*, et avait déclaré que les faits observés par M. Pasteur et contestés par MM. Pouchet, Joly et Musset, étaient de la plus parfaite exactitude, on avait espéré que la question de l'hétérogénie, qui avait tant occupé l'Académie, serait résolue. On s'est trompé. De temps en temps surviennent des publications pour démontrer l'existence d'une hétérogénie.

» Il m'est avis que les expériences de M. Pasteur, que la Commission avait contrôlées, n'étaient pas de nature à enlever toute incertitude sur ce sujet.

» Dans une lettre à M. Donné, M. Pasteur (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 950) avait émis l'opinion que les partisans de l'hétérogénie auraient dû réclamer pour ces expériences, « non pas des matières cuites, mais des substances naturelles, telles que la vie les élabore », tandis que dans les expériences que la Commission avait contrôlées, on s'était servi seulement de matières cuites.

» Dans les derniers temps, les expériences que M. Pasteur avait désignées et qu'il avait faites et publiées lui-même ont été souvent répétées. Un grand nombre d'expérimentateurs ont enlevé à un animal sain du sang ou des morceaux d'organes, avec toutes les précautions antiseptiques. Mis à l'étuve et digérés pendant plusieurs semaines, ce sang et ces organes se sont conservés et il ne s'est pas produit de microbes. Généralement on interprète ces expériences en deux sens. On en conclut : 1° que dans le sang et les organes d'un animal sain il n'existe pas de microbes, et 2° qu'il n'existe pas non plus d'hétérogénie. Je ne puis partager ce dernier avis ; il me semble que ces expériences prouveraient seulement qu'il n'existe pas d'hétérogénie, s'il était démontré que les conditions sous lesquelles elles sont effectuées étaient favorables à l'hétérogénie ; ceci étant impossible, les expériences prouvent seulement que l'hétérogénie ne se présente pas *dans ces conditions*.

» Mais il serait possible que dans d'autres conditions il se développât des microbes.

» En France, c'est M. Béchamp, qui soutient avec beaucoup d'énergie que l'hypothèse que M. Buffon a émise sur la décomposition des tissus d'un animal serait fondée et que les granulations élémentaires qu'il appelle *microzymas* pourraient se changer en microbes. Il y a quelques mois l'Académie de Médecine a nommé une Commission pour vérifier les assertions de M. Béchamp, qui n'a pas encore fait son Rapport.

» Sans partager tout à fait les opinions de M. Béchamp, que ce savant n'a nullement prouvées, j'ai des raisons pour admettre avec lui que la différence entre le protoplasme d'un mammifère et les microbes n'est pas si grande que M. Pasteur le prétend, et je prends la liberté de soumettre les preuves de mon opinion au jugement de l'Académie des Sciences. Dans une publication qui paraîtra dans quelques jours chez l'éditeur Noordhof, à Gröningue, j'ai démontré que les fermentations, que depuis les expériences de M. Pasteur on attribue généralement aux microbes, se produisent également par le protoplasme d'un tissu normal.

» Quand on prend à un animal sain, récemment tué, avec toutes les précautions nécessaires pour éviter l'envahissement de bactéridies, un morceau d'un organe quelconque, foie, rate, muscle ou sang, ce tissu, porté dans un milieu stérilisé et digéré à l'étuve, peut convertir le sucre en acide, l'amidon en glucose. Cependant l'investigation la plus minutieuse par le microscope et par les cultures ne peut démontrer la présence de microbes.

» J'ai étudié surtout la production d'acide et j'ai trouvé qu'après quelques jours la production est arrêtée, parce que l'acide déjà formé entrave l'action du protoplasme, comme il empêcherait aussi l'action et la multiplication des microbes. Cependant l'action du protoplasme se rétablit quand on neutralise l'acide par une quantité correspondante de potasse.

» Cette action du protoplasme peut se produire pendant des mois quand on prend soin de neutraliser de temps en temps l'acide déjà formé.

» La seule différence qui existe entre l'action du protoplasme et celle des microbes est une différence de quantité. La quantité d'acide produit par le protoplasme est inférieure à celle que les microbes peuvent former.

» Ces expériences prouvent que la différence réelle entre le protoplasme enlevé à un animal sain et le microbe consiste dans l'aptitude de ce dernier à se multiplier. Tous les deux se nourrissent et produisent des fermentations. Mais, tandis que la multiplication des microbes est un fait

bien établi, les conditions sous lesquelles le protoplasme peut engendrer une forme proliférative n'ont pas encore été déterminées.

» Mes expériences ne tendent pas à revenir à l'ancienne théorie de Liebig, car Liebig prétendait que c'étaient les corps albuminoïdes en état de dissolution qui agissaient comme ferments, et dans mes expériences les tissus ne se décomposent pas, mais se nourrissent seulement et restent vivants. Le seul symptôme de décomposition qu'ils présentent est la destruction des noyaux. Mais cette destruction ne peut être la cause de la fermentation, puisqu'elle s'accomplit dans un bref délai et qu'après cette destruction la fermentation continue. Elles s'accordent, au contraire, très bien avec l'opinion de M. Pasteur que la fermentation est « essentiellement un phénomène corrélatif d'un acte vital, commençant et s'arrêtant avec ce dernier ». Seulement il sera nécessaire d'étendre l'idée de vie et de prendre en considération que la multiplication est bien un symptôme de la vie, mais un symptôme qui peut manquer. Un tissu enlevé à un animal sain et digéré dans un milieu nutritif ne se multiplie pas, mais il vit pourtant et la fermentation qu'il engendre en est une preuve. »

ZOOLOGIE. — *Sur les premiers phénomènes du développement des* Dendrocœles *d'eau douce*. Note de M. **Paul Hallez**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'embryogénie des Dendrocœles d'eau douce n'a jusqu'à ce jour fait l'objet que de trois Mémoires : de Knappert, de Metschnikoff et d'Iijima. Si des animaux aussi communs ont été si peu étudiés au point de vue de leur développement, et si les résultats auxquels sont arrivés les savants que je viens de citer sont loin d'être concordants, cela tient sans aucun doute aux difficultés multiples que présente le sujet. J'ai été assez heureux pour trouver de nouveaux stades et pour expliquer d'une manière que je crois satisfaisante les vues contradictoires de mes prédécesseurs. Je me propose, dans cette Note, de résumer brièvement le résultat de mes observations sur les premiers phénomènes du développement, en attendant la publication du Mémoire spécial.

» Les œufs, dans l'ovaire, ne sont pas sphériques; ils présentent un grand axe qui est parallèle à l'axe longitudinal de la Planaire. Ce fait est très net dans les coupes longitudinales. Arrivés à maturité, ils possèdent un protoplasme finement granuleux, à structure nettement radiaire, et un

gros noyau pourvu de plusieurs grains de chromatine qui paraissent être des pelotons de filaments. Ce sont des œufs *alécithes*.

» L'imprégnation a lieu dans l'utérus. Des changements dans la structure de l'œuf se manifestent à ce moment. La structure radiaire du protoplasme devient moins évidente, et l'on voit apparaître, contre le noyau et à l'un de ses pôles, une ou plusieurs vésicules (ordinairement trois) claires se colorant à peine par le carmin et ayant l'aspect de vacuoles. Quant au noyau ovulaire il conserve à peu près le même aspect, sauf qu'on y observe une structure rayonnante très finement ponctuée.

» Après l'imprégnation, les œufs, toujours nus, descendent pour la seconde fois dans le cloaque génital, où ils sont distribués dans la masse des cellules vitellines (*Dotterzellen*), et où se forme le cocon. Autour de chacun de ces œufs se trouvent une vingtaine de cellules vitellines, un peu plus petites que les autres, et disposées radiairement. Bien que je n'aie pas pu assister à la pénétration du spermatozoïde, j'ai tout lieu de croire, par la position respective des noyaux, que cette pénétration doit se faire par le pôle opposé à celui où se trouvent les vésicules claires. Quoi qu'il en soit, le pronucléus mâle se dirige vers le centre où se trouve déjà le pronucléus femelle accompagné de ses vésicules claires, et tous deux se disposent perpendiculairement au grand axe de l'œuf. Les deux pronucléus sont d'égale dimension et présentent la même structure : ils sont sphériques et pourvus à la périphérie de filaments de chromatine. Quant aux vésicules claires, elles s'éloignent du pronucléus femelle; je les ai observées, dans certains œufs, près de l'un des pôles; dans d'autres je n'en ai plus trouvé la moindre trace, sans que je puisse dire ce qu'elles deviennent : elles disparaissent, c'est la seule chose certaine.

» Pas plus que mes devanciers, je n'ai observé de globules polaires. Iijima croit que ces formations doivent exister, mais qu'elles disparaissent dans la masse des cellules vitellines. Je ne partage pas cette opinion. Mes observations sont suffisamment nombreuses pour que je puisse en conclure qu'il n'y a pas formation de globule polaire. Ce fait est peut-être en relation avec l'indépendance des blastomères que nous constaterons plus loin.

» J'ai étudié les différentes phases de la division karyokinétique; je résume ici brièvement les modifications qu'éprouve le noyau : 1° les filaments de chromatine sont à la périphérie (*Spirem*); 2° les filaments se disposent sur le plan équatorial (*Aster chromatique*); 3° ils s'écartent et forment un fuseau dont l'axe se confond avec celui de l'œuf : ce fuseau est formé par huit filaments méridiens de chromatine; 4° les filaments s'amin-

cissent, puis se séparent à l'équateur; 5° ils se rétractent vers les pôles, à chacun desquels on observe alors huit filaments raides divergents réunis à ceux du pôle opposé par des traînées achromatiques; 6° les filaments chromatiques perdent leur raideur, ils deviennent sinueux, c'est le commencement du pelotonnement; à cette phase, ils sont disposés dans chaque noyau de nouvelle formation comme quatre fers à cheval dont les branches libres sont tournées vers la périphérie (*Dyaster*). Pendant la période de repos qui suit la division (état quiescent), le noyau présente des aspects très variés qu'il m'est impossible de décrire ici, mais qui sont caractérisés par la condensation de la substance chromatique en une ou plusieurs masses indépendantes.

» Le plan de segmentation qui engendre le stade 2 est naturellement perpendiculaire au grand axe de l'œuf. Ce stade est formé par deux cellules égales. Chacune de celles-ci se divise en deux par un plan méridien perpendiculaire au premier; on a alors le stade 4. Le stade 8 est engendré par un plan équatorial; les huit cellules sont égales, les quatre situées à un pôle étant alternes avec les quatre du pôle opposé; elles sont toutes maintenues dans leur position respective par les cellules vitellines radiaires appliquées à leur surface.

» C'est après ce stade que les cellules vitellines radiaires commencent à diffluer, abandonnant une substance protoplasmique finement granuleuse qui environne les sphères de segmentation, s'infiltre entre chacune d'elles, et leur constitue un milieu tout spécial. Je partage donc l'opinion de Metschnikoff, et je crois que Iijima a commis une erreur d'interprétation en considérant cette première formation homogène comme résultant de la fusion de quelques blastomères. Je démontrerai ailleurs toutes les phases de la différence des cellules vitellines et les transformations de leurs noyaux, qui paraissent avoir été pris pour des noyaux libres, susceptibles de se multiplier par division.

» Au delà du stade 8, la segmentation ne peut pas être suivie avec certitude. Les stades 10, 12 et 16 sont des blastosphères dont la cavité de segmentation, remplie par le produit de la diffluence des cellules vitellines, va en croissant à mesure que les blastomères se multiplient. Les cellules blastodermiques, toutes égales, continuent à se segmenter successivement, en s'écartant de plus en plus les unes des autres au sein de la masse homogène qui s'accroît sans cesse. Quand les cellules vitellines qui entouraient primitivement l'œuf ont complètement difflué, celles qui sont les plus voisines de l'embryon viennent à la rescousse, elles se disposent

radiairement et prennent la place de celles qui ont disparu. La masse homogène ne doit être considérée que comme un milieu, elle ne prend pas part directement à la formation de l'embryon.

» A la phase caractérisée par des cellules blastodermiques éparses en succède une autre, dans laquelle, par suite de leur multiplication continue, les cellules forment en un point une masse assez compacte (*ébauche du pharynx embryonnaire*), suivie d'un groupe de quatre cellules (*l'endoderme primitif*), en arrière desquelles se trouvent enfin des cellules éparses. De celles-ci, les plus extérieures gagnent la surface de la masse homogène et constituent l'*ectoderme*, tandis que les autres doivent être considérées comme des *cellules migratrices*. Il ne me paraît pas y avoir de mésoderme vrai, mais seulement un pseudo-mésoderme, comme chez les Cœlentérés. »

GÉOLOGIE. — *Rôle des actions mécaniques en Provence; explication de l'anomalie stratigraphique du Beausset.* Note de M. **Marcel Bertrand**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que les chaînes de montagnes sont des zones plissées de l'écorce terrestre. Les unes, comme le Jura, sont formées de plis droits, dont l'axe est à peu près vertical; dans d'autres, comme dans les Alpes, par suite de la plus grande énergie ou de la plus grande persistance de l'effort, les plis se sont couchés, tous ordinairement dans le même sens (au moins sur un même versant de la chaîne), et l'axe de ces plis couchés peut atteindre et dépasser l'horizontale.

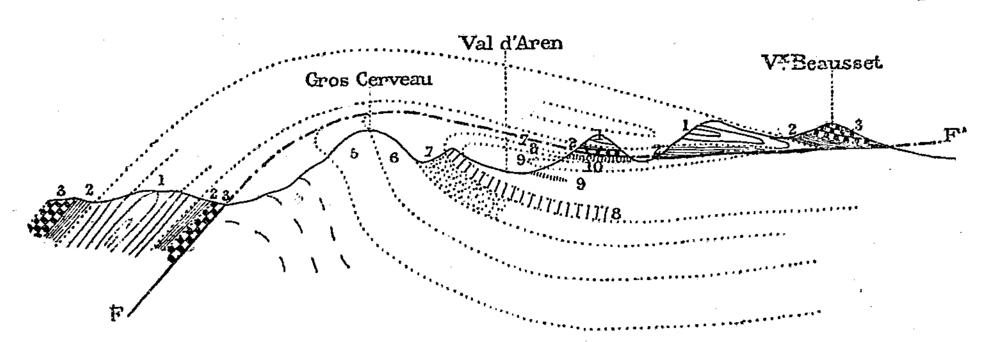
» Mais, dans certains cas, l'action de refoulement a produit des effets plus extraordinaires : la partie supérieure de ces plis couchés a glissé sur la partie inférieure; celle-ci s'est étirée, amincie, ou a même complètement disparu ; on voit alors des traînées de terrains plus anciens, à allure en apparence régulière, reposer pendant plusieurs kilomètres sur des terrains plus récents et plissés; le plus souvent, des lambeaux de couches renversées, représentant rudimentairement la partie inférieure du pli, séparent les deux séries en contact. Le bassin houiller du nord de la France peut servir de type à ces sortes de phénomènes; ils se retrouvent avec plus d'ampleur dans les Alpes de Glaris, et j'ai déjà fait ressortir les analogies des deux régions (1). Dans ces dernières années, l'étude des Gram-

(1) *Bulletin de la Société géologique*, 3e série, t. XII, p. 318.

pians, en Écosse (¹), a révélé des faits semblables. Les mêmes faits se sont ainsi renouvelés au moins à trois époques différentes de l'histoire du globe, et il y a là comme une phase normale des grands mouvements orogéniques.

» Je viens de trouver la preuve que les mêmes phénomènes existent en Provence, dans une région bien connue et bien souvent visitée des géologues, le bassin crétacé du Beausset. Vers le centre de ce bassin, au milieu des assises sénoniennes peu inclinées, on trouve un affleurement de trias et d'infralias, signalé depuis longtemps, mais dont la présence avait été expliquée d'une tout autre manière. On croyait que ce trias se prolongeait en profondeur, que c'était une île de l'ancienne mer crétacée, contre laquelle les couches sénoniennes étaient venues se déposer horizontalement, dans la position où nous les voyons encore aujourd'hui. Cette discordance toute locale serait bien difficilement explicable; mais la prétendue saillie d'un fond triasique n'est qu'une apparence produite par les actions mécaniques postérieures; il y a là en réalité recouvrement anormal par un de ces plis couchés dont je parlais tout à l'heure. Ce sont les refoulements et les plissements qui ont amené le trias du Beausset à sa position actuelle, et *il repose sur le crétacé*, comme le trias de Glaris repose sur le nummulitique.

» Si l'on examine en effet le sud de l'îlot, au-dessus du Val d'Aren, on constate que les terrains crétacés horizontaux qui le bordent sont repliés



Échelle : $\frac{1}{60000}$ pour les longueurs; $\frac{1}{40000}$ pour les hauteurs.

1. Muschelkalk. — 2. Marnes irisées. — 3. Infralias. — 4. Jurassique. — 5. Néocomien et urgonien. — 6. Aptien et cénomanien. — 7. Sables turoniens. — 8. Calc. à Hippurites. — 9. Sénonien. — 10. Danien.

sur eux-mêmes : au-dessus de la série normale et bien développée jus-

(¹) Geikie, *Text-book of Geology*, p. 574.

qu'aux premières couches saumâtres du danien (10), on retrouve en ordre inverse une partie des mêmes termes, d'abord les couches à *Ostrea acutirostris*, puis les calcaires marneux du sénonien (9), le plus souvent très amincis, les bancs à Hippurites de Sainte-Anne (8), et même en un point les sables turoniens (7). Toute cette partie supérieure est donc renversée, et l'ensemble des assises crétacées forme en réalité un pli synclinal couché.

» Ce crétacé ne bute pas contre le trias, mais il passe et se continue sous l'îlot. En effet, un des vallons creusés par l'érosion dans la masse du trias montre un affleurement de crétacé. Ce n'est pas un dépôt formé dans une anfractuosité du trias, car *ce crétacé est renversé;* c'est, sans nulle autre explication possible, la partie supérieure du pli couché constaté sur le bord de l'îlot; le pli crétacé est donc *recouvert par le trias*.

» Plus à l'ouest, au delà de la route de Bandol, on retrouve et l'on peut suivre jusqu'à Saint-Cyr la continuation du même pli crétacé; mais là il est plus largement ouvert et englobe jusqu'aux couches de Fuveau avec lignites exploités. Partout le trias vient au contact et forme de même recouvrement au crétacé; mais là un nouveau genre de preuves s'ajoute aux précédentes : il y a des travaux de mines; or les galeries d'exploitation ont suivi le lignite sous le trias, et un puits creusé dans le muschelkalk a rencontré les couches à *Melanopsis galloprovincialis*.

» Le trias qui recouvre ainsi le crétacé forme lui-même un pli anticlinal couché : au nord, au Vieux-Beausset, c'est la partie supérieure de ce pli qui affleure, et la succession des couches est régulière; au sud, au-dessus du Val d'Aren, affleure au contraire la partie inférieure du pli, et les couches sont renversées. Ce pli n'est que la prolongation et le *déversement* du pli anticlinal qui affleure au sud du Gros-Cerveau; c'est lui qui, se renversant de plus en plus, est arrivé à atteindre et à dépasser l'horizontale, et est venu recouvrir le pli synclinal formé par les couches crétacées. La surface de séparation (FF′) est une véritable surface de faille, le long de laquelle s'est effectué le glissement des couches triasiques; le *cheminement* de ces couches vers le nord a été d'au moins 6^{km}.

» Il y a donc là un nouvel exemple à ajouter à ceux que j'ai cités au début. Il ne le cède en ampleur à aucun autre, et la Provence se trouve ainsi prendre place parmi les pays le plus énergiquement plissés, bien que les plissements ne s'y montrent pas avec la même évidence que dans les Alpes et aient pu longtemps passer inaperçus. Le grand pli *déversé* du Beausset n'y est pas un fait isolé; il est suivi au nord par le grand pli *cou-*

ché de la Sainte-Beaume ([1]); et au delà, la continuation de la chaîne de la Nerthe forme un pli presque droit, légèrement *renversé* sur le bassin de Fuveau. Il y a là, du nord au sud, un échelonnement remarquable et une progression presque régulière dans l'énergie des efforts.

» Un autre point se trouve mis en évidence au Beausset, c'est l'importance du rôle de la dénudation. La zone primitive de recouvrement se trouve réduite à quelques îlots de faible étendue, et une dénudation un peu plus profonde aurait fait disparaître avec ces îlots toute trace du phénomène. C'est ce qui a eu lieu sans doute en beaucoup de points. Il n'en reste pas moins, tout le long des Alpes, depuis la Suisse jusqu'à la Provence, une série d'îlots analogues à celui du Beausset, se présentant dans les mêmes conditions stratigraphiques, et toujours considérés jusqu'ici comme récifs (*Klippen*), faisant saillie au milieu des formations plus récentes. L'explication démontrée pour l'un de ces îlots devient bien vraisemblable pour une partie des autres; pour tous du moins, elle mérite d'être discutée, et je ne doute pas qu'on n'arrive bientôt à reconnaître la généralité des *phénomènes de recouvrement* au pied des Alpes. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur les actions métamorphiques du granite et des filons de quartz aux environs de Morlaix.* Note de M. **Munier-Chalmas**, présentée par M. Hébert.

« A la suite de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France en Bretagne ([2]), j'ai eu l'occasion d'étudier en détail les environs de Morlaix et d'observer les faits suivants :

» 1° *Granite à microcline de Morlaix.* — Le granite de Morlaix traverse au sud de la ville des couches stratifiées qui, grâce aux importantes découvertes de M. Le Hire, ont pu être rapportées au dévonien inférieur. M. Hébert avait déjà constaté en 1871 ([3]) les rapports stratigraphiques de la roche éruptive avec les assises traversées. Dans le granite, post-dévonien inférieur de Pant-Paul, près de Morlaix, l'*orthose* en cristaux simples

([1]) *Bulletin de la Société Géologique*, 3e série, t. XIII, p. 115.

([2]) M. Ch. Barrois, qui dirigeait cette réunion en septembre 1886, a surtout insisté sur l'âge des différentes roches éruptives de la Bretagne, qu'il étudie depuis si longtemps avec tant de succès et sur leurs actions métamorphiques.

([3]) Hébert, *Notes inédites. Carnet de voyage en Bretagne;* 1871.

ou maclés et le *microcline* sont de beaucoup dominants, tandis que, contrairement à ce que l'on observe dans le *granite ancien* et en particulier dans celui qui est antérieur aux schistes de Saint-Lô et qui a été décrit par M. Hébert (1), l'*oligoclase* est relativement assez rare. Le *quartz* est abondant, il présente rarement des faces cristallines nettement définies, mais il manifeste par place une tendance à prendre la disposition graphique. Les cristaux de *mica noir* présentent encore une particularité relativement assez rare dans le granite, car ils s'allongent souvent très sensiblement suivant g^1. Le *mica blanc* fait complètement défaut. Il faut encore signaler la présence du *fer titané*, du *sphène*, de l'*apatite*, de la *picotite*, etc.

» 2° *Transformation du granite en syénite quartzifère dans les veines injectées.* — Près de Pant-Paul, j'ai trouvé, au milieu de la masse même du *granite à microcline*, des blocs de schistes dévoniens très modifiés par le métamorphisme, mais dont les surfaces de contact *se séparaient toujours très nettement de celles du granite*.

» Dans le bloc que j'étudie plus particulièrement dans cette Note et qui avait $0^m,45$ de long sur $0^m,25$ de large, le granite pénètre sous forme de nombreux filonnets d'épaisseur inégale, mais dont les plus petits ne dépassent pas $0^m,001$ à $0^m,002$. Le granite, en pénétrant dans le schiste pour former ces veinules qui coupent le plan de stratification ou qui lui sont parallèles, conserve presque toujours la même structure et la même composition, sauf dans les plus minces filonnets où très souvent *le mica noir disparaît complètement*.

» Cependant, dans le même bloc, près des débris d'un *ancien filon de quartz*, le granite en s'injectant dans les fissures de la roche primaire *perd brusquement son mica noir*, qui se trouve alors remplacé *par des cristaux primaires très allongés d'amphibole verte*, dont l'extinction en lumière parallèle suivant g^1 se fait sous un angle approchant de 16°.

» Les rares cristaux hexagonaux que j'ai pu isoler complètement atteignent de $0^m,01$ à $0^m,02$, les faces *mm* et h^1 sont seules développées. Ils sont quelquefois maclés suivant h^1.

» Les plaques minces montrent très bien le point d'arrêt du mica noir au moment où le granite s'injecte dans le schiste. Les filonnets amphiboliques peuvent présenter, au point de vue de leur composition, les trois modifications principales suivantes :

» A. *Amphibole, quartz.*

(1) Hébert, *Comptes rendus*, 26 juillet 1886, etc.

» B. *Amphibole, orthose, oligoclase, quartz.*

» C. *Amphibole, orthose, microcline, oligoclase, quartz.*

» Les veines qui ont cette dernière formule constituent une roche identique à la *syénite quartzifère.*

» 3° *Développement de cristaux de saphir, de grenat, d'andalousite et de mica noir.* — Un point sur lequel j'insisterai d'une manière toute particulière, c'est le développement par l'action métamorphique du granite sur des schistes appartenant aux terrains primaires de *cristaux très nets de saphir.* Dans les parties les plus modifiées du bloc que j'ai étudié, soit près du contact du schiste avec la masse granitique ou sur le parcours de ses petits filons, se sont développés des cristaux bleus ou presque incolores de saphir, qui atteignent de 1^{mm} à 3^{mm}, rarement 4^{mm}. M. Michel Lévy a bien voulu vérifier leurs propriétés optiques.

» Ces cristaux hexagonaux qui sont aplatis suivant a^1 présentent en lumière polarisée les nombreuses bandes parallèles aux faces hexagonales, que l'on observe souvent dans cette espèce. L'écartement des axes optiques paraît être d'environ 15°. La bissectrice est négative. Les clivages parallèles à a^1 et à p sont très peu développés. Ils se trouvent associés à de petits cristaux d'*orthose*, de *microcline*, rarement d'*oligoclase*. Le *mica noir* est très abondant; on trouve également quelques cristaux d'*andalousite*, de *fer titané*, de *sphène*, de *picotite* et d'*amphibole secondaire.*

» Dans les parties moins modifiées où le saphir ne s'est pas développé, la roche est constituée presque uniquement par de l'*andalousite* du *mica noir* souvent accompagné des autres minéraux que je viens de signaler.

» Il est probable que le saphir se rencontrera maintenant dans beaucoup de roches métamorphiques où l'on ne soupçonnait pas sa présence. M. Ch. Barrois m'a écrit, il y a quelques jours, qu'il l'avait retrouvé dans la région dont je viens de parler.

» De grands cristaux de grenats se rencontrent également par place : quelques-uns se sont développés sur le parcours des petites veines de granite qui traversent le schiste; *ils sont alors rigoureusement alignés suivant la direction du filonnet qui leur a donné naissance.*

» 4° *Age relatif et actions métamorphiques des filons de quartz.* — Les nombreux filons de quartz qui traversent les terrains primaires des environs de Morlaix sont ou plus anciens ou plus récents que le granite de Pant-Paul ou que la granulite des environs de Kerscoff. Dans le premier cas, ils sont souvent en fragments au milieu de la roche éruptive qui les traverse et qui les injecte de nombreux filonnets; dans le second

cas, le granite ou la granulite qui traverse les filons anciens de quartz est traversé à son tour par des filons de quartz plus récents.

» En cherchant attentivement, même dans des filons relativement très petits, on trouve presque toujours des cristaux d'*orthose* assez volumineux, mais souvent transformés en kaolin et des paillettes de *mica blanc*. Les actions métamorphiques qu'ils ont développées sont, comme celles des roches éruptives, ou très faibles ou très énergiques. Dans les *schistes de Morlaix*, on constate que la roche, à leur contact, est transformée en chlorite sur quelques points seulement, mais, dans la tranchée du chemin de fer, près de Plouigneau, l'action métamorphique a été des plus intenses; là les schistes et les quartzites du dévonien ont été transformés sur des espaces assez considérables en roches presque uniquement formées de *grenats* et de cristaux de *chlorite*, qui se groupent souvent en éventail et qui donnent alors, dans les coupes minces, en lumière parallèle, une très belle croix noire. Leur faible biréfringence, qui est égale à peu près à celle du quartz, est, d'après M. Lacroix, d'environ 0,009. Les filons de quartz de cette dernière localité présentent souvent sur leurs parois des bandes constituées par de beaux cristaux de *chlorite* découverts par M. Le Hire; ils sont souvent accompagnés de *tourmaline* et de *mica blanc*. J'ai encore constaté la présence d'actions métamorphiques semblables, soit à Goarén-Taulé, soit sur la route de Morlaix à Brest, soit encore sur d'autres points de la Bretagne et de la Mayenne.

» Il est encore probable que, dans certains cas, le développement de l'*andalousite* et quelquefois celui de la *staurotide* doivent leur être attribués.

» Les filons de quartz dont je viens de parler doivent être considérés comme étant des *roches éruptives* au même titre que la *granulite*, la *pegmatite* et que les filons de *quartz* qui en dérivent.

» M. Michel Lévy est arrivé au même résultat dans son travail sur l'Andalousie, qui doit paraître bientôt.

» M. Bergeron a également constaté qu'à Saint-Pierre-de-Trevisy (Tarn), les filons de quartz produisaient des actions métamorphiques très nettes et développaient des cristaux d'*andalousite*.

» Dans une prochaine Communication, je reviendrai sur ces faits en montrant que souvent on pourrait attribuer en Bretagne au granite ou à la granulite des actions qui doivent être reportées sans aucun doute sur les filons de quartz. »

ZOOTECHNIE. — *Recherches sur les bœufs à tête de bouledogue.* Note de M. **Dareste.**

« Il naît parfois, dans nos races bovines européennes, des veaux dont la tête, conformée d'une manière anormale, rappelle celle des chiens bouledogues et carlins. La face est très raccourcie; les mâchoires sont très inégales, la mâchoire inférieure débordant en avant la mâchoire supérieure.

» J'ai décrit, en 1867, un veau ainsi conformé, né dans le département du Nord, et j'ai montré que ses caractères ostéologiques reproduisaient assez exactement ceux d'une race bovine de l'Amérique du Sud, que l'on désigne sous le nom de *race des bœufs ñatos*. J'avais alors émis l'hypothèse que la race des ñatos devait s'être formée par la transmission héréditaire de caractères nouveaux comparables à ceux que je venais d'étudier, et subitement apparus dans une race préexistante. Mais il aurait fallu que cette hypothèse fût vérifiée par l'expérience, c'est-à-dire par la production en Europe d'une race de bœufs ñatos, ou du moins d'une race analogue, par la transmission héréditaire des caractères d'un veau à tête de bouledogue. Cette expérience me paraissait à peu près impossible, car je croyais que la naissance de pareils animaux était excessivement rare.

» Un certain nombre de faits que j'ai recueillis moi-même; d'autres, dont on doit la connaissance à M. Barrier, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, à M. le Dr Delplanque, de Lille, à M. Favereau, médecin vétérinaire à Neufchâtel-en-Bray, me prouvent que la naissance des veaux à tête de bouledogue, dans notre bétail européen, est relativement assez fréquente. M. Favereau en a observé dix-sept cas dans le cours d'une seule année.

» J'ai donc pu, dans ces derniers temps, réunir beaucoup de documents sur l'histoire de ces animaux. J'en avais déjà disséqué un en 1867, comme je le disais au commencement de ce travail. J'ai pu, cette année, en disséquer un second que M. Favereau avait envoyé à M. Barrier. J'ai pu également disséquer un veau ñato, né au Jardin d'Acclimatation, d'un taureau et d'une vache ñato provenant du Chili. En dehors des faits que j'ai recueillis personnellement, j'ai pu mettre à profit les observations de M. Barrier et de M. Delplanque. Voici ce qui résulte de la comparaison de ces faits.

» Les bœufs à tête de bouledogue, bien que très semblables par la forme générale de la tête, présentent cependant des caractères intérieurs et extérieurs très dissemblables. Tandis que dans les ñatos américains les oreilles et la queue sont conformées d'une manière normale, les veaux à tête de bouledogue nés en France ont souvent les oreilles très courtes et comme tronquées, et la queue rudimentaire. Les ñatos américains sont bas sur jambes, beaucoup moins cependant que certains de nos veaux français qui présentent un raccourcissement notable de l'avant-bras et de la jambe. A l'intérieur, le squelette présente de grandes différences dans les connexions des os. Dans les ñatos américains les os lacrymaux s'interposent entre les nasaux et les sus-maxillaires qu'ils séparent complètement pour venir s'articuler avec les intermaxillaires. Dans les deux veaux français que j'ai disséqués, les lacrymaux séparaient complètement les nasaux, non seulement des sus-maxillaires, mais encore des intermaxillaires, et venaient faire partie du contour des fosses nasales. Dans l'un d'eux les palatins et les sus-maxillaires ne s'unissaient point pour former le plafond de la voûte palatine et étaient séparés par le vomer. En dehors de la tête, ces deux animaux présentaient une particularité ostéologique très remarquable, l'existence de péronés complets, os qui font défaut chez tous les Ruminants, à l'exception des chevrotains. M. Delplanque a mentionné d'autres anomalies du squelette chez les animaux qu'il a examinés. Les parties molles présentent également, dans certains individus, des anomalies très variées. L'une des plus fréquentes est l'imperforation de l'anus, et l'embouchure du rectum dans la vessie urinaire. Mais la coexistence de ces anomalies, si diverses, sur un même sujet, bien que très fréquente, n'a cependant rien de nécessaire. Le veau femelle que je dois à M. Favereau ne m'a présenté aucune malformation viscérale; il était parfaitement viable, et aurait pu se reproduire. Il existe actuellement à Alfort une vache à tête de bouledogue, provenant d'une race suisse, qui a vêlé et qui donne du lait.

» Ainsi donc les veaux à tête de bouledogue présentent des variations individuelles considérables. Si l'on fait abstraction des ñatos américains, qui paraissent posséder des caractères bien fixés, comme je crois pouvoir le conclure des caractères ostéologiques de la tête du veau né au Jardin d'Acclimatation, caractères qui reproduisent très exactement ceux d'une tête rapportée en 1829 par Darwin et conservée au collège des chirurgiens de Londres, il n'y a peut-être pas deux veaux à tête de bouledogue nés en France qui aient une organisation parfaitement identique. Or, il en est chez

lesquels les anomalies sont assez graves pour faire obstacle à la viabilité, tandis que d'autres sont parfaitement viables et aptes à la reproduction.

» L'existence de veaux à tête de bouledogue viables et pouvant se reproduire pourrait certainement être utilisée pour la création de races bovines nouvelles, plus ou moins semblables aux ñatos de l'Amérique du Sud. Actuellement, lorsque ces animaux naissent dans un troupeau, on les sacrifie impitoyablement. S'ils étaient conservés pour la reproduction, ils pourraient très probablement transmettre leurs caractères à leur progéniture.

» Malheureusement de pareilles expériences seraient très longues, par suite de l'âge tardif de la puberté chez le taureau et de la durée de la gestation chez la vache. Elles seraient aussi très dispendieuses, car il faudrait avoir de vastes locaux et nourrir pendant longtemps des animaux improductifs. Elles ne peuvent donc être entreprises par des particuliers, mais seulement par des établissements publics. Il me semble que les Écoles vétérinaires présentent seules les conditions nécessaires pour leur réussite. Je crois devoir signaler ces vues aux savants directeurs de ces établissements qui, s'ils voulaient les mettre en pratique, rendraient à la Zoologie un service considérable, car il n'y a pas aujourd'hui, dans cette Science, de problème plus important que celui de l'origine et du mode de formation des races.

» Je ne puis prévoir l'accueil qui est réservé à ce plan d'expériences. Si l'on croyait pouvoir en tenter l'exécution, je ferais remarquer qu'elles ne devraient point se borner aux veaux à tête de bouledogue, mais qu'il faudrait les étendre à tous nos animaux domestiques. Il naît, de temps en temps, dans toutes ces espèces, des animaux présentant des déviations plus ou moins considérables du type spécifique. Tous ces animaux, lorsqu'ils sont viables, devraient être conservés avec soin et employés comme reproducteurs. On arriverait ainsi, dans un avenir prochain, à éclairer d'une vive lumière la question aujourd'hui si controversée de la variabilité des formes vivantes et des limites dans lesquelles elle est comprise. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les grands kystes sarcomateux du petit bassin*. Note de M. **V. Cornil**, présentée par M. Bouchard.

« Les sarcomes de tous les organes, mais plus spécialement ceux des glandes, montrent parfois des kystes, c'est-à-dire des parties de la tumeur

occupées par un liquide séreux ou muqueux contenant presque toujours des globules rouges et quelques cellules sphériques et granuleuses. Ces cavités sont généralement petites et en petit nombre, au milieu de la masse charnue plus ou moins volumineuse qui constitue la tumeur. Dans l'observation que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie, les formations kystiques étaient au contraire prédominantes, considérables par leur volume, très nombreuses, et le tissu sarcomateux qui constituait leur paroi était disposé en couche mince et friable. Il s'agissait d'une malade que M. le Dr Péan a opérée le 11 novembre 1886 (1). Le petit bassin et la plus grande partie de l'abdomen étaient remplis par une énorme masse kystique multilobée; les kystes, à parois minces et friables très vascularisées, contenaient un liquide séreux, sanguinolent.

» M. Péan ouvrit une vingtaine de ces kystes pour les enlever plus facilement et reconnut qu'ils siégeaient à la fois dans les ligaments larges, à la surface de l'utérus et dans la paroi de cet organe, dans le péritoine au niveau des fosses iliaques et dans le tissu cellulaire du bassin. L'utérus entouré de kystes avait le volume d'une tête d'enfant nouveau-né; les ovaires n'en renfermaient point, les trompes non plus, mais ces conduits offraient les dimensions du bras d'un enfant nouveau-né et ils étaient remplis de sang noir et de caillots.

» J'ai fait durcir plusieurs de ces kystes de l'utérus et du ligament large dans l'alcool et je les ai inclus dans la celloïdine pour en faire l'examen histologique.

» Avec un grossissement de dix diamètres, on voit que les kystes sont presque tous revenus plus ou moins sur eux-mêmes et réduits à l'état de fentes irrégulières, à bord ondulé, sauf ceux qui sont remplis de sang, ce liquide s'étant coagulé par l'alcool. Un kyste volumineux est le plus souvent entouré de kystes plus petits. Tous sont bordés par un tissu mince qui se colore fortement par les réactifs colorants et qui est très vascularisé.

» Les vaisseaux, assez volumineux, sont rectilignes ou flexueux; leur direction, lorsqu'on les examine près de la surface interne du kyste, est perpendiculaire à cette surface. Le tissu néoplasique qui borde ces cavités est un peu plus épais dans les points où il existe plusieurs kystes au contact les uns des autres, mais chaque kyste possède sa membrane propre et il ne s'agit point d'une tumeur unique creusée de cavités.

» On peut s'assurer aussi que le tissu sarcomateux se borne à entourer

(1) L'observation a été publiée dans la *Gazette des Hôpitaux*, le 17 mars 1887.

les kystes; dans l'utérus par exemple, il ne pénètre pas dans la paroi musculeuse, qui est normale.

» Le tissu de la paroi des kystes, étudié à 200 diamètres, offre partout la structure typique du sarcome. Il est caractérisé par des cellules fusiformes pourvues de noyaux ovoïdes, pressées les unes contre les autres, au milieu de fibrilles minces et peu apparentes. Il est parcouru par des vaisseaux en grand nombre, souvent dilatés, contenant des globules en circulation. La paroi de ces vaisseaux est si mince qu'elle se confond avec le tissu du sarcome qui les limite. Ils sont très faciles à déchirer et ils laissent passer à travers leur membrane des globules du sang; car on voit autour d'eux beaucoup de cellules sarcomateuses, souvent arrondies, remplies de granulations d'hémoglobine. Ce tissu sarcomateux s'implante sur le tissu conjonctif normal qui l'entoure à sa périphérie.

» La surface intérieure des kystes n'est pas tapissée par un revêtement épithélial, ce qui différencie absolument les grands kystes sarcomateux d'avec les kystes ovariques ou parovariques qui offrent toujours une couche d'épithélium continue. Cette surface interne présente seulement des cellules fusiformes qui ne se distinguent en rien de celles qui se trouvent dans la paroi; quelquefois, ces cellules sont un peu aplaties par la compression qu'exerçait le liquide contenu dans la cavité kystique. Mais, lorsqu'on les examine avec un fort grossissement, on voit qu'il s'agit bien réellement de cellules fusiformes, couchées parallèlement à la surface interne du kyste, et non de cellules endothéliales. Il existe aussi, à la surface ou dans le liquide épanché dans l'intérieur du kyste, des cellules rondes plus ou moins volumineuses, granuleuses, souvent remplies d'hématoïdine qui ne sont autres que des cellules fusiformes détachées, imbibées de liquide, ayant pris la forme sphérique, ou des cellules lymphatiques provenant du sang.

» Il ressort de cette analyse histologique qu'il s'agit bien de kystes entourés de tissu sarcomateux. Mais ce n'est point, comme cela s'observe dans les sarcomes, des lacunes irrégulières, remplies de sang ou de sérosité, creusées au milieu d'une tumeur unique, massive, plus ou moins volumineuse. Il s'agit, au contraire, d'une quantité considérable de sarcomes étalés en membranes kystiques minces, constituant des tumeurs kystiques multiples, de volume variable, semés dans tout le tissu cellulaire sous-péritonéal du petit bassin, remplissant non seulement le bassin, mais tout l'abdomen.

» La minceur et la friabilité de la paroi de ces kystes, leur structure

qui révèle celle du sarcome, l'absence de membrane interne épithéliale, les hémorragies interstitielles et intrakystiques les différencient des kystes mucoïdes de cette région. Le chirurgien les déchire à la moindre traction, tandis qu'au contraire la résistance de la paroi des kystes proligères ou mucoïdes, pauci- ou multiloculaire, est très grande.

» Une autre particularité, propre à ce genre de kystes, est qu'ils se développent dans le tissu conjonctif sous-péritonéal et non dans des organes glandulaires.

» Ces tumeurs me semblent devoir être regardées comme constituant une espèce particulière du genre sarcome. Elles sont bien spécifiées par la disposition du néoplasme en minces membranes kystiques. Leur diagnostic anatomique est facile si l'on tient compte de la description que je viens d'en donner. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur la nature et l'anatomie pathologique de la leucoplasie buccale (psoriasis buccal).* Note de M. **H. Leloir**, présentée par M. Bouchard.

A. — *Leucoplasie buccale au début.*

« *Lésions de l'épiderme muqueux.* — Des préparations heureuses, permettant d'examiner à la fois les plaques leucoplasiques et les régions environnantes non leucoplasiques, montrent [ainsi que je l'ai dit dans mon travail de 1883 : H. Leloir, *Note sur la nature et l'anatomie pathologique du psoriasis buccal* (*Bulletins de la Société anatomique;* 1883)] que l'épiderme, au niveau des régions leucoplasiques, présente des altérations remarquables. A ce niveau, il existe une couche épidermique offrant tous les caractères de la couche cornée de la peau; mais cette couche cornée, nettement colorée en jaune par l'acide picrique, est notablement épaissie. Au niveau de sa moitié inférieure surtout, elle présente çà et là une teinte légèrement rosée, due à la présence de petits lacs intercellulaires d'éléidine diffusée. Audessous de cette couche cornée si épaissie, se trouve une couche granuleuse des plus accentuées, hypertrophique, si j'ose m'exprimer ainsi. Cette couche granuleuse, qui manque, comme on le sait, au niveau des muqueuses ou, du moins, des régions de la muqueuse buccale où j'ai eu soin de recueillir mes lambeaux leucoplasiques, qui, dans les régions non hyperkératinisées de la peau normale, n'est constituée que par une ou trois rangées de cellules, n'est représentée ici que par quatre à six rangées de

cellules granuleuses des plus nettes et fortement chargées de cette substance décrite par M. Ranvier sous le nom d'*éléidine*. La couche cornée hypertrophique, la couche granuleuse si accentuée s'arrêtent brusquement là où cesse la plaque blanche. Dans les régions non leucoplasiées, en effet, l'épiderme présente ses caractères histologiques ordinaires.

B. — *Lésions de la leucoplasie buccale à une période plus ancienne, mais sans qu'il se soit encore produit de dégénérescence épithéliomateuse.*

» *Épiderme.* — La surface de la muqueuse malade, indurée, tendue et sèche, a craqué, s'est rompue et fissurée en plusieurs points. Ces fissures ainsi produites en divers sens sont plus ou moins profondes comme permet de le constater l'examen histologique. Au niveau des régions du corps de Malpighi ainsi mises à nu par la fissure, on constate une altération des cellules du corps de Malpighi immédiatement adjacentes aux deux parois de la crevasse, altération provenant vraisemblablement de l'irritation de ces cellules consécutive à la formation de cette fissure. Les cellules de Malpighi tendent à proliférer, d'autres subissent une altération cavitaire (indice certain, comme on le sait depuis mes recherches sur ce sujet, d'un processus inflammatoire se passant dans l'épiderme). En d'autres points, ces cellules malpighiennes se laissent plus difficilement colorer par le carmin et paraissent subir une dégénérescence colloïde ou granulo-graisseuse. En un mot, la fissuration a déterminé dans le corps de Malpighi des foyers d'irritation et de dégénération; ces fissures se produisant en général au niveau ou dans le voisinage immédiat des plaques leucoplasiques, il en résulte qu'il est apparu immédiatement à côté de l'épiderme hyperkératinisé (plaque leucoplasique jeune) un foyer dégénératif et inflammatoire, la fissure et les tissus ambiants.

» A partir du moment où ce foyer est constitué, on peut observer une réaction de voisinage des plus importantes de celui-ci sur l'épiderme voisin, sur l'épiderme kératinisé en particulier. On constate en effet, au niveau de l'épiderme des plaques leucoplasiques (épiderme hyperkératinisé jusque-là), tous les signes de la tendance à la dékératinisation et, partant, à la desquamation. La couche granuleuse s'atrophie et finit souvent par disparaître. Les cellules de la couche cornée présentent un protoplasme et un noyau colorables par le carmin, ce qui indique la dékératinisation, comme je l'ai montré avec M. E. Vidal en 1882.

» Ainsi se produira plus ou moins rapidement la chute de l'épiderme épaissi, cornifié, qui constituait l'écorce leucoplasique. C'est sous cette

influence et sous l'influence des lésions dermiques sous-jacentes, que les couches superficielles de l'épiderme muqueux tomberont dans certains cas en desquamation, laissant à leur suite des exulcérations plus ou moins profondes qui réagiront à leur tour sur les tissus voisins.

» Nous verrons plus loin que dans les périodes avancées du mal, surtout lorsque l'épithéliome apparaît, la dékératinisation des régions leucoplasiques (c'est-à-dire la disparition de la couche granuleuse, etc.) a pris le dessus. On dirait alors qu'au lieu de pousser en surface pour former de l'épiderme corné, l'épiderme a fait *demi-tour*, et pousse en profondeur pour former les prolongements épidermiques de l'épithéliome.

C. — *Leucoplasie buccale compliquée de dégénérescence épithéliomateuse.*

» Voici, d'après les faits qu'il m'a été donné d'observer, comment se produirait l'épithéliome.

» Jamais l'épithéliome n'a débuté au niveau des surfaces hyperkératinisées, lorsque celles-ci demeuraient hyperkératinisées.

» Il a débuté au niveau des régions dékératinisées (exulcérations consécutives à la desquamation), dans un cas. Dans trois autres cas, j'ai pu nettement constater son début au niveau des fissures ou crevasses. Dans un cas, je l'ai vu débuter au niveau d'un petit papillome.

» En somme, en vieillissant, la leucoplasie buccale, affection hyperkératinisante au début, tend à se dékératiniser sous l'influence des causes diverses dont nous avons parlé plus haut, et parmi lesquelles l'irritation secondaire à la production des fissures et d'exulcérations (conséquences directes de l'hyperkératinisation du début) joue un rôle important. Cette irritation amène aussi parfois la production de saillies papillomateuses qui dégénèrent facilement en épithélioma.

» La leucoplasie paraissant ne prédisposer à l'épithélioma que par l'irritation consécutive aux ulcérations, crevasses, fissures consécutives à la raideur de la carapace linguale déterminée par l'hyperkératinisation, c'est contre l'hyperkératinisation qu'il faudra lutter *au début* pour empêcher les fissures. C'est pourquoi, au début surtout, les agents dékératinisants, l'acide salicylique en particulier, sont indiqués dans le traitement local de cette affection. Les crevasses une fois produites, on s'efforcera de les faire cicatriser au moyen de topiques appropriés. »

Un **Anonyme** adresse un Mémoire portant pour titre : « Secours aux naufragés ».

M. **Th. Retault** adresse un Mémoire intitulé : « Oscillations bi-journalières et inégales de la verticale et de la latitude de chaque lieu ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, M. *Marey*, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Gosselin* :

En première ligne	M. **Verneuil.**
En seconde ligne, ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Cornil.** M. **Guyon.** M. **Lannelongue.** M. **Trélat.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juin 1887.

Annuaire de la Société météorologique de France; janvier et février 1887. Paris, Gauthier-Villars; 2 br. in-8°.

Théorie mécanique des phénomènes capillaires; par M. E. Roger. Paris, Gauthier-Villars, 1887; in-4°. (Deux exemplaires.)

Les pygmées; par M. DE QUATREFAGES. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; in-12.

Le lait, études chimiques et microbiologiques; par E. DUCLAUX. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1887; in-12.

Manuel de Pyrotechnie, à l'usage de l'Artillerie de Marine; T. IV, Paris, Georges Chamerot, 1887; in-8°.

La question des ports du Tonkin, Haï-Phong, Quang-Yen, Hone-Gac; par J. RENAUD. Paris, Société de Géographie, 1887; br. in-8°.

Sur la genèse de la cuticule dans le groupe des Hirudinées; par GEORGES DUTILLEUL. Paris, Doin, 1887; br. in-8°.

Traité sur la vigne et le phylloxera; par EDMOND MANLHIOT et H. GENNARI. Vichy, Wallon, 1887; br. in-8°.

Notice sur les Catalogues de bibliothèques publiques; par F. NIZET. Bruxelles, 1887; br. in-8°.

Études médicales (choléra, fièvre typhoïde, phtisie pulmonaire); par le D[r] LATAPIE. Lourdes, 1887; br. in-12.

L'écriture chimique; par M. MEHAY; I[re] Partie. Paris, au dépôt de la *Revue occidentale*, 1884-87; in-8°.

Paléontologie française; I[re] série : *Animaux invertébrés;* livraison 10 : *Terrains tertiaires, éocène, Echinides; par* M. COTTEAU. — *Terrain jurassique*, livraison 83 : *Crinoïdes; par* M. DE LORIOL. Paris, G. Masson, 2 br. in-8°. (Présentées par M. Hébert.)

Mémoires de Chirurgie : Chirurgie réparatrice. — Amputations, doctrine septicémique, pansements antiseptiques. — États constitutionnels et traumatisme. — Traumatisme et complications; par le D[r] A. VERNEUIL. Paris, G. Masson, 1877-1886; 4 br. in-8°. (Présentées par M. le baron Larrey.)

Du paludisme considéré au point de vue chirurgical; par M. A. VERNEUIL. Paris, Félix Alcan, 1883; 2 fasc. in-8°. (Présentées par M. le baron Larrey.)

Le système veineux (anatomie et physiologie). — Mal vertébral, etc.; *par* le D[r] A. VERNEUIL; 46 br. in-8°. (Présentées par M. le baron Larrey.)

Exploration archéologique de l'Inde et du Népaul. — Résultats de la mission du D[r] GUSTAVE LE BON. Paris, 1887; br. in-4°.

Atti dell' Accademia pontificia de' nuovi Lincei, anno XXXVII. Roma, 1884; 2 br. in-4°.

Dimostrazione di un celebre teorema del FERMAT; *per* M. MARTONE. Catanzaro, 1887; br. in-8°.

Sopra un problema di Analisi indeterminata; Nota per M. MARTONE. Catanzaro, 1887; br. in-8°.

Annuario de la Oficina central meteorolojica de Chile; tomo 18°, correspondiente à 1886. Santiago de Chile, 1887; br. in-4°.

Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Batavia; Vol. VI, supplement; Vol. VII. Batavia, 1886; 2 vol. in-f°.

Annals of the astronomical observatory of Harvard College, Vol. XVII. — *The almucantar, an investigation made at the observatory in* 1884 *and* 1885; *by* S. C. Chandler, Jr. Cambridge, 1887; in-f°.

Memoirs of the american Academy of Arts and Sciences; centennial volume, Vol. XI, Part IV, n° V. Cambridge, 1886; in-f°.

Results of observations of the fixed stars made with the meridian circle at the Government observatory, Madras, in the years 1862, 1863 *and* 1864, *under the Direction of* Norman Robert Pogson. Madras, 1887; in-4°.

Bibliothèque géologique de la Russie, rédigée par S. Nikitin, II, 1886. Saint-Pétersbourg, 1887, in-8°.

Klein-Asien; von Tchihatchef. Leipzig, 1887; in-18. (Présenté par M. Daubrée.)

Acta mathematica. Journal rédigé par G. Mittag-Leffler; fasc. III et IV du T. IX. Stockholm, 1887; 2 br. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften; XCIII, Band III, IV, V; XCIV, Band I, II, III. Wien, 1886-1887; 4 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1887,

PRÉSIDENCE DE M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie analytique de la chaleur.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Les principes sur lesquels reposent les lois générales de la théorie analytique de la chaleur, pour le cas d'un corps solide quelconque, sont loin d'être établis d'une façon suffisamment rigoureuse. Sans doute, en cette matière, il serait impossible, et d'ailleurs inutile, d'exiger autant de rigueur qu'en Analyse, et même les raisonnements que je vais proposer ne seraient pas de nature à satisfaire un analyste; cependant il ne sera peut-être pas sans intérêt de perfectionner les méthodes de démonstration dont on a dû se contenter jusqu'ici.

» 1. On considère un corps solide homogène et isotrope, isolé dans un milieu indéfini à travers lequel la chaleur se propage par rayonnement. La température extérieure est o, la température du corps est V et cette

fonction V est définie par les équations suivantes, où j'emploie les notations habituelles de la théorie du potentiel :

$$\frac{dV}{dt} = a^2 \Delta V, \qquad \frac{dV}{dn} + hV = 0.$$

» La première de ces équations doit être satisfaite à l'intérieur du corps et la seconde à la surface. Quant à h, c'est un coefficient positif qui dépend du pouvoir émissif et que je supposerai constant.

» La solution classique de ce problème repose sur la considération d'une infinité de fonctions fondamentales U satisfaisant aux conditions

$$\Delta U + kU = 0, \qquad \frac{dU}{dn} + hU = 0, \qquad \int U^2\, d\tau = 1,$$

k étant une constante positive. Le premier point est donc d'établir l'existence de ces fonctions U. C'est ce qu'on n'a pas encore fait, que je sache, dans le cas général, et ce que je vais chercher à faire.

» 2. Soit F une fonction quelconque, et posons

$$A = \int F^2\, d\tau, \qquad B = h\int F^2\, d\omega + \int \left[\left(\frac{dF}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dF}{dz}\right)^2\right] d\tau.$$

» L'intégrale A ainsi que la seconde des intégrales de l'expression B sont étendues à tous les éléments $d\tau$ du volume du corps solide et l'intégrale $\int F^2\, d\omega$ est étendue à tous les éléments $d\omega$ de sa surface.

» Supposons que la fonction F soit assujettie à la condition $A = 1$, mais reste d'ailleurs quelconque, l'expression B qui est essentiellement positive ne pourra s'annuler; elle admettra donc un minimum absolu. Soit U_1 ce que devient F quand ce minimum est atteint; le calcul des variations nous donne

$$\frac{1}{2}\delta A = \int U_1\, \delta U_1\, d\tau = 0,$$

$$\frac{1}{2}\delta B = \int \delta U_1 \left(\frac{dU_1}{dn} + hU_1\right) d\omega - \int \Delta U_1\, \delta U_1\, d\tau = 0.$$

» On en conclut

$$\frac{dU_1}{dn} + hU_1 = 0, \qquad \Delta U_1 + k_1 U_1 = 0,$$

k_1 étant une constante. L'existence d'une des fonctions fondamentales est donc établie. Quant à k_1, il est aisé de vérifier que c'est la valeur même de B.

» On a donc, quelle que soit la fonction F,

$$k_1 < \frac{B}{A},$$

d'où il est aisé de tirer une infinité d'inégalités importantes. On trouve ainsi, par exemple, que $\frac{k_1}{h}$ est toujours plus petit que le rapport de la surface du corps solide à son volume.

» Supposons maintenant que la fonction F soit assujettie à deux conditions

$$A = \int F^2 \, d\tau = 1, \qquad \int FU_1 \, d\tau = 0.$$

» L'expression B n'en aura pas moins un minimum absolu, et, si ce minimum est atteint pour $F = U_2$, on trouve, comme plus haut,

$$\frac{dU_2}{dn} + hU_2 = 0, \qquad \Delta U_2 + k_2 U_2 + \lambda U_1 = 0,$$

k_2 et λ étant deux constantes; mais, si l'on tient compte des conditions

$$U_2 \frac{dU_1}{dn} - U_1 \frac{dU_2}{dn} = 0, \qquad \int U_1 U_2 \, d\tau = 0, \qquad \int U_1^2 \, d\tau = 1,$$

on verra sans peine que λ est nul. L'existence d'une seconde fonction fondamentale est donc démontrée.

» Si l'on impose maintenant à la fonction F les trois conditions

$$\int F^2 \, d\tau = 1, \qquad \int FU_1 \, d\tau = \int FU_2 \, d\tau = 0,$$

on démontrera de la même façon l'existence d'une troisième fonction U_3 et, en continuant de la sorte, on verra qu'il existe une infinité de fonctions fondamentales.

» On remarquera que cette démonstration est tout à fait analogue à celle dont se sert Riemann pour établir le principe de Dirichlet et que les analystes ont depuis remplacée par des raisonnements plus rigoureux. Je crois néanmoins que nous pouvons nous en contenter ici.

» En particulier, si $h = 0$, on trouve

$$k_1 = 0, \qquad U_1 = \text{const.}$$

» Si le corps solide est un parallélépipède rectangle et que a soit la

plus grande de ses dimensions, on trouve, pour $h = 0$,

$$k_2 = \frac{\pi^2}{a^2}.$$

» 3. Soient U′ et U″ deux fonctions fondamentales correspondant à deux valeurs différentes du pouvoir émissif; soient h' et h'', k' et k'' les valeurs correspondantes des coefficients h et k. On trouve

$$(h' - h'')\int U'U''\,d\omega = (k' - k'')\int U'U''\,d\tau.$$

» Si l'on suppose que U′ et U″, h' et h'', k' et k'' diffèrent infiniment peu, on trouve

$$dh\int U'^2\,d\omega = dk\int U'^2\,d\tau.$$

» Cette égalité prouve que, lorsque h va en croissant, toutes les quantités $k_1, k_2, \ldots, k_n, \ldots$ vont aussi en croissant.

» 4. D'après la définition de k, k_n croît avec n; je dis qu'il croît au delà de toute limite.

» D'après ce qui précède, il me suffira de le démontrer pour le cas de $h = 0$.

» Supposons d'abord que le solide considéré soit un polyèdre P, dont chaque face soit parallèle à l'un des trois plans de coordonnées. Posons

$$V = \alpha_1 U_1 + \alpha_2 U_2 + \ldots + \alpha_n U_n,$$

les α étant des coefficients indéterminés. On trouve

$$k_n\int V^2\,d\tau > \int\left[\left(\frac{dV}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dV}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dV}{dz}\right)^2\right] d\tau.$$

» Nous pouvons, si n est assez grand, décomposer notre polyèdre en $n - 1$ parallélépipèdes rectangles. Nous pourrons ensuite disposer des coefficients α de telle façon que, pour chacun de ces $n - 1$ parallélépipèdes, on ait

$$\int V\,d\tau = 0.$$

» Or, d'après la définition de k_2, si $h = 0$ et si V est une fonction quelconque, telle que

$$\int V\,d\tau = 0,$$

on a

$$\int\left[\left(\frac{dV}{dx}\right)^2+\left(\frac{dV}{dy}\right)^2+\left(\frac{dV}{dz}\right)^2\right]d\tau > k_2\int V^2\,d\tau.$$

» Si donc les trois dimensions de nos $n-1$ parallélépipèdes sont plus petites que a, on aura, pour chacun des parallélépipèdes et, par conséquent, pour le polyèdre P tout entier,

$$\int\left[\left(\frac{dV}{dx}\right)^2+\left(\frac{dV}{dy}\right)^2+\left(\frac{dV}{dz}\right)^2\right]d\tau > \frac{\pi^2}{a^2}\int V^2\,d\tau.$$

» On en déduit

$$k_n > \frac{\pi^2}{a^2}.$$

» Quand n croît indéfiniment, a tend vers o, donc k_n tend vers l'infini.

C. Q. F. D.

» Pour étendre ce résultat au cas d'un solide quelconque, il me suffira de faire observer que l'on peut toujours construire un polyèdre P, qui diffère de ce solide aussi peu que l'on veut. Je crois que, dans une question de ce genre, je puis me contenter de cet aperçu.

» 5. Le problème à résoudre consiste, étant donnée la valeur initiale F de la température V du corps solide, à trouver une fonction V_0 qui représente cette même température V à l'instant $t=t_0$, avec une erreur R aussi petite qu'on le veut. La mesure de l'erreur commise sera, par définition,

$$A'=\int(V-V_0)^2\,d\tau=\int R^2\,d\tau.$$

» Nous devons avoir, par hypothèse,

$$(1)\qquad \frac{dV}{dt}=a^2\Delta V,\qquad \frac{dV}{dn}+hV=0.$$

» La seconde de ces équations est certainement satisfaite pour toute valeur positive du temps, mais elle pourrait ne pas l'être pour $t=0$, puisque la fonction donnée F est quelconque. Nous pouvons supposer toutefois, pour éviter toute difficulté, qu'elle le soit encore pour $t=0$; car, quelle que soit F, on peut toujours trouver une fonction qui en diffère aussi peu qu'on veut et qui satisfasse à cette équation.

» Cela posé, écrivons

$$V=\beta_1U_1+\beta_2U_2+\ldots+\beta_nU_n+R.$$

» On sait que, si l'on veut déterminer les coefficients β, de telle façon que $\int R^2\,d\tau$ soit minimum, il faut prendre

$$\beta_i = \int V U_i\,d\tau.$$

» On trouve, en tenant compte des équations (1),

$$\frac{d\beta_i}{dt} = -k_i a^2 \beta_i, \qquad \text{d'où} \qquad \beta_i = \text{const.}\, e^{-k_i a^2 t}.$$

» Nous trouvons, d'autre part,

$$\frac{dA'}{dt} = 2\int R\frac{dR}{dt}\,d\tau = -2a^2 B',$$

où l'on a posé

$$B' = h\int R^2\,d\omega + \int\left[\left(\frac{dR}{dx}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dy}\right)^2 + \left(\frac{dR}{dz}\right)^2\right]d\tau.$$

» Mais on a

$$\int R\,U_i\,d\tau = 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» On en conclut, d'après la définition de k_{n+1},

$$B' > k_{n+1} A';$$

d'où enfin

$$A' < A'_0 e^{-2a^2 k_{n+1} t} < e^{-2a^2 k_{n+1} t}\int F^2\,d\tau,$$

A'_0 désignant la valeur initiale de A'. Cela montre que, si t est positif, on peut prendre n assez grand pour que A' soit aussi petit que l'on veut.

C. Q. F. D.

» 6. Posons, en désignant toujours par V la température,

$$A = \int V^2\,d\tau, \qquad B = -\int V\,\Delta V\,d\tau.$$

» Il viendra

$$\frac{dA}{dt} = -2a^2 B, \qquad \frac{dB}{dt} = -2a^2\int(\Delta V)^2\,d\tau$$

et

$$A\frac{dB}{dt} - B\frac{dA}{dt} = -a^2\int\int(V\,\Delta V' - V'\,\Delta V)^2\,d\tau\,d\tau'.$$

» Pour calculer l'intégrale du second membre, il faut effectuer deux

intégrations : la première par rapport à $d\tau$, la seconde par rapport à $d\tau'$, et étendre chacune d'elles à tous les éléments du volume du corps solide. D'ailleurs V et V' désignent respectivement la température dans l'élément $d\tau$ et dans l'élément $d\tau'$.

» Ces égalités prouvent que A et $\frac{A}{B}$ vont constamment en décroissant. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des manomètres à écrasement pour la mesure des pressions développées par les substances explosives*. Note de MM. **Sarrau** et **Vieille**.

« 1. Nous avons étudié dans de précédentes Communications ([1]) les conditions de l'emploi du manomètre à écrasement, dit *crusher*, pour la mesure des pressions développées par les explosifs.

» On sait que l'on observe avec ce manomètre l'écrasement d'un petit cylindre de cuivre rouge placé entre une enclume fixe et la tête d'un piston dont la base, de section connue, reçoit l'action des gaz.

» Ce manomètre suppose l'emploi d'une *table de tarage* ou table de corrélation entre la valeur d'une force connue agissant suivant un mode déterminé et la grandeur de l'écrasement que cette force produit.

» L'élément le plus important que l'on se propose d'évaluer avec cet appareil est la *pression maximum* produite par un explosif dans des conditions données d'expérience, et la difficulté consiste à déterminer le mode suivant lequel cette évaluation doit s'opérer, à l'aide de la table de tarage, d'après l'écrasement mesuré.

» 2. Nous avons tout d'abord défini d'une façon précise les conditions du tarage et adopté un mode spécial, dit *statique*, dans lequel il y a équilibre, à la fin de l'écrasement, entre la force appliquée et la résistance du cylindre, de sorte que la table de tarage n'est autre que la table des résistances que le cylindre oppose au piston pour les diverses valeurs de l'écrasement ([2]).

» Nous avons signalé ensuite deux cas limites dans lesquels la pression

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 26, 130 et 180; t. CII, p. 1054.

([2]) Nous avons vérifié que la résistance opposée par le cylindre au mouvement du piston dépendait seulement, pour chacun des écrasements successifs qui se produisent, de la valeur de cet écrasement et non des autres circonstances du mouvement.

maximum se déduit d'une façon particulièrement simple de l'écrasement mesuré.

» Dans le premier cas, la force d'inertie du piston est négligeable à la fin du mouvement, de sorte que la pression maximum est égale à la résistance correspondant à l'écrasement final.

» Dans le second cas, le mouvement du piston ne diffère pas sensiblement de celui que produit une force constante agissant sans vitesse initiale, et la pression maximum est égale à la résistance correspondant *à la moitié* de l'écrasement final.

» 3. Pour établir que ces deux cas se réalisaient dans la pratique, nous avons d'abord contrôlé par l'expérience certaines conséquences théoriques des hypothèses admises; nous avons vérifié, notamment, qu'en faisant varier progressivement, par des artifices convenables, la durée de combustion en vase clos de charges explosives identiques, la valeur de l'écrasement, d'abord stationnaire pour des variations étendues de la durée de combustion, croît ensuite lorsque la combustion devient de plus en plus rapide et atteint une deuxième limite exactement double de la première. Mais la vérification directe de la réalité de ces deux modes de fonctionnement, si importants au point de vue de la pratique, ne pouvait être donnée que par l'étude complète de la loi suivant laquelle s'opère le mouvement du piston sous l'action de la pression des gaz et de la résistance du cylindre.

» 4. Cette loi se déduit du tracé obtenu sur un cylindre tournant suivant un dispositif que nous avons décrit précédemment. La courbe tracée sur le cylindre est relevée par points, au moyen de lectures au microscope; elle donne l'espace parcouru en fonction du temps, et l'on en déduit la vitesse et l'accélération du mouvement. Le produit de l'accélération par la masse du piston mesure l'excès de la pression sur la résistance du cylindre écrasé, de sorte que, si l'on désigne par

m la masse du piston,
u l'espace parcouru après un temps t,
P la pression des gaz à l'instant t,
R la résistance correspondante du cylindre,

on a

$$P = R + m\frac{d^2u}{dt^2}.$$

La valeur de P est donc connue à chaque instant, puisque, d'une part, la valeur de R, qui est celle qui correspond à l'écrasement u, est donnée par

la table de tarage, et que, d'autre part, la valeur de $m\frac{d^2u}{dt^2}$ résulte de la lecture du tracé.

» Cette méthode est générale; nous l'avons particulièrement appliquée dans les conditions qui, suivant nos prévisions, devaient réaliser les cas limites.

» 5. Dès le début de nos recherches, nous avons été conduits à admettre que le premier cas limite se réalisait toutes les fois que l'on brûle en vase clos des explosifs présentant une durée de combustion comparable à celle des poudres noires usuelles, et que, par suite, pour ces poudres, la pression maximum était égale à la résistance correspondant à l'écrasement final.

» Si cette hypothèse est exacte, la valeur finale de $m\frac{d^2u}{dt^2}$ doit être négligeable; c'est ce qui résulte, en effet, du relevé des tracés obtenus dans les conditions les plus variées, et l'on a pu voir, en particulier, dans une Communication précédemment faite à l'Académie [1], que, pour l'une des poudres vives de l'Artillerie française, la différence entre la pression des gaz et la résistance du cylindre était négligeable, non seulement à la fin du mouvement, mais encore sensiblement pendant toute la durée du développement de la pression.

» 6. Nous avons de même admis, comme résultant de nos premières recherches, que le second cas limite se produisait lorsqu'on brûle en vase clos des explosifs à combustion rapide, tels que des pyroxyles ou des picrates à l'état pulvérulent, et que, par suite, pour ces explosifs, la pression maximum était égale à la résistance correspondant à la moitié de l'écrasement final.

» Ce mode d'évaluation de la pression maximum résulte de l'hypothèse suivant laquelle nous avons supposé que, l'explosif étant complètement brûlé avant tout déplacement sensible du piston, la pression qui agit sur ce piston reste sensiblement constante pendant toute la durée de son mouvement [2].

---

(1) *Comptes rendus*, t. CII, p. 1054; 1886.

(2) Du théorème des forces vives, appliqué au mouvement du piston depuis son départ jusqu'à son arrêt, il résulte que le travail correspondant des forces appliquées est égal à zéro. Si donc on désigne par ε la valeur de l'écrasement final, on a

$$\int_0^{\varepsilon}(\mathrm{P}-\mathrm{R})\,du = 0.$$

Nous avons d'ailleurs établi que, dans les conditions ordinaires du fonctionnement de

» Si donc cette hypothèse est exacte, les valeurs des accélérations déduites du tracé doivent être telles que la somme $R + m\frac{d^2u}{dt^2}$ ait une valeur sensiblement constante.

» 7. Voici les résultats des lectures effectuées sur un tracé qui correspond à la combustion, dans une éprouvette close, d'une quantité de coton-poudre de guerre pulvérulent telle, que la densité de chargement (rapport du poids de la charge au volume de l'éprouvette) était égale à 0,2.

» La section du piston était de 1^{cq}; son poids était de $3^{kg},601$ (¹).

» On a mesuré sur le tracé les ordonnées correspondant à des abscisses croissant par intervalles égaux à 2^{mm}, la longueur de 2^{mm} représentant, d'après la vitesse du cylindre tournant, une fraction très petite de seconde $\theta = 0^s,0003242$. Les valeurs des ordonnées qui figurent dans le Tableau ci-dessous résultent directement des lectures, sans aucune rectification. Ce Tableau renferme :

» 1° Les temps t, multiples de θ, comptés à partir de l'origine du mouvement;

» 2° Les espaces u mesurés (millimètres);

» 3° Les vitesses v du piston (mètres);

» 4° Les produits $m\frac{d^2u}{dt^2}$ (kilogrammes);

» 5° Les résistances R correspondant, d'après le tarage, aux espaces u (kilogrammes);

---

l'appareil, la résistance R est sensiblement représentée par une fonction linéaire de l'écrasement u, de sorte qu'on a

$$R = k_0 + ku,$$

k_0 et k désignant des constantes. Par suite, en remplaçant R par sa valeur et supposant la valeur de P constante, la relation ci-dessus donne

$$P = k_0 + k\frac{\varepsilon}{2};$$

d'où il résulte que la valeur de P est égale à la résistance correspondant à la moitié de l'écrasement final.

(¹) La valeur considérable du poids du piston, augmentant la durée de l'écrasement, facilite la lecture du tracé; mais elle n'est pas essentielle au mode de fonctionnement sous pression constante, dans le cas du coton-poudre. Nous avons obtenu des écrasements identiques, dans un grand nombre d'expériences, avec un piston dont le poids n'était que de 60^{gr}.

» 6° Les valeurs de P obtenues en faisant la somme algébrique des valeurs de R et de $m\frac{d^2u}{dt^2}$.

t.	u.	v.	$m\frac{d^2u}{dt^2}$.	R.	P.
	mm	m	kg	kg	kg
1..............	0,31	0,96	+1607	480	2087
2..............	1,08	2,37	+1013	1099	2112
3..............	2,14	3,27	+ 384	1775	2159
4..............	3,31	3,61	− 454	2357	1903
5..............	4,35	3,20	−1083	2844	1761
6..............	5,08	2,25	−1537	3219	1682
7..............	5,37	0,89	»	»	»

» On voit que, dès les premiers instants, la pression atteint sa valeur maximum, qui se maintient ensuite sensiblement constante; elle paraît toutefois diminuer, dans les derniers instants, par l'effet, sans doute, du refroidissement; mais il n'en est pas moins établi que notre hypothèse est conforme à l'allure générale du phénomène.

» Le tracé permet d'ailleurs de faire une autre vérification. D'après la théorie, la pression ayant pour valeur la résistance correspondant à la moitié de l'écrasement, les forces qui agissent sur le piston doivent se faire équilibre, lorsqu'il est arrivé au milieu de sa course, le travail correspondant à la seconde moitié de l'écrasement servant ainsi à éteindre la force vive acquise par le piston à cet instant.

» Or, la valeur de l'écrasement correspondant à l'équilibre nous est fournie par le tracé : c'est l'ordonnée du point d'inflexion de la courbe, point où l'accélération change de signe. Cette ordonnée est, d'après le Tableau, comprise entre 2,14 et 2,31; elle est à peu près égale à la moyenne de ces deux nombres, qui est $2^{mm},72$. L'écrasement total, mesuré sur le cylindre, est de $5^{mm},40$, dont la moitié, $2^{mm},70$, diffère à peine de la valeur précédente. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouveaux documents sur les relations qui existent entre le travail chimique et le travail mécanique du tissu musculaire. — De l'activité nutritive et respiratoire des muscles qui fonctionnent physiologiquement sans produire de travail mécanique;* par M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de M. **Kaufmann**.

« D'importantes rectifications sont certainement réservées aux coefficients nutritifs et respiratoires établis, pour le tissu musculaire, d'après

mes dernières expériences. J'ai déjà dit pourquoi, et je saurai bientôt à quoi m'en tenir sur ce point. Mais ces rectifications, quelle qu'en soit la valeur, laisseront subsister un fait qui reste dès maintenant définitivement acquis : c'est l'énorme accroissement des échanges nutritifs et respiratoires ou, pour parler dans le sens de Lavoisier, des combustions dont le tissu musculaire est le siège quand ce tissu est en état de fonctionnement physiologique. Quelle est la destination de ce supplément considérable de travail chimique? Se transforme-t-il entièrement en travail mécanique? Y a-t-il une part, et laquelle, réservée à d'autres transformations de l'énergie? Ce sont là des questions qui touchent aux points les plus délicats et les plus difficiles à étudier de la Thermodynamique biologique; elles ont déjà été posées, sous diverses formes, par les physiciens et les physiologistes. Je serai amené à discuter plus tard les travaux qui se rapportent à ce sujet; mais, pour le moment, je me bornerai à faire connaître, comme j'ai fait jusqu'à présent, les matériaux nouveaux que je me suis donné la tâche d'acquérir à l'aide de l'expérimentation, en me plaçant dans les conditions de simplicité, de précision, de *normalité* tout à fait spéciales que j'ai trouvées dans l'étude physiologique du muscle releveur de la lèvre supérieure du cheval.

» Ce muscle permet toutes les expériences nécessaires à la solution du problème ci-dessus posé. On peut, en effet, en mesurer très approximativement le travail mécanique, en le comparant au travail chimique concomitant. On peut aussi supprimer ce travail mécanique en laissant subsister intégralement les contractions qui l'engendrent, et se livrer alors aux mêmes comparaisons.

» Ce sont les résultats de cette dernière étude expérimentale que je vais donner en premier lieu.

» Les organes musculaires associés dans l'exécution d'un mouvement déterminé jouissent de la propriété de se contracter *synergiquement*, sous l'influence de la même excitation nerveuse centrale. Que l'un des muscles du même groupe physiologique soit mis, par un artifice, dans l'impossibilité d'accomplir le travail qui lui incombe, ce muscle, de par l'influence excitatrice synergique à laquelle il est soumis, n'en continuera pas moins à se contracter, en même temps que ses congénères, absolument comme s'il exécutait régulièrement sa fonction physiologique. Il se met alternativement *en tension* et *en relâchement* aussi souvent et au même moment que les autres. *Seulement l'état de tension ne s'accompagne, pour ce muscle, d'aucun travail mécanique,* selon la formule des physiciens.

» Le releveur de la lèvre supérieure du cheval est très propre à l'étude de cette contraction à vide. Il suffit de couper en travers le tendon qui relie le muscle à la lèvre pour mettre ce muscle en état de se prêter à cette étude. L'organe, en effet, étant alors privé de toute communication avec la partie du corps qu'il est chargé de mouvoir, se trouve dans l'impossibilité d'accomplir du travail. Si l'opération est faite pendant que l'animal mange un repas d'avoine, elle n'apporte aucune modification dans le nombre et l'énergie des contractions, quoique celles-ci soient désormais sans but et sans utilité. Que le repas soit suspendu et repris plus tard, ces contractions stériles se reproduisent toujours avec la même régularité. En résumé, la section du tendon n'a d'autre action sur le muscle que d'en annihiler le travail extrinsèque; elle respecte intégralement le travail intrinsèque, c'est-à-dire le raccourcissement des faisceaux musculaires. Ceux-ci persistent à se mettre alternativement en tension et en relâchement comme s'ils avaient à accomplir un travail mécanique utile.

» Quelle influence cette suppression du travail mécanique du muscle exerce-t-elle sur le travail chimique intérieur, c'est-à-dire sur les échanges nutritifs et respiratoires? Il m'était facile de trouver la réponse à cette question, puisqu'il suffisait, pour cela, de comparer l'activité de la circulation et des échanges gazeux dans ce muscle *avant* et *après* la section du tendon, au moment d'un repas d'avoine. J'ai eu malheureusement à compter avec une série d'accidents qui m'ont forcé à laisser incomplets les documents relatifs à ce dernier point. Les résultats que j'ai obtenus n'en restent pas moins intéressants et très significatifs, ainsi qu'on va pouvoir en juger, d'après le récit des expériences que j'ai consacrées à cette étude.

» *Première expérience*, 9 mai. — Cheval difficile. On commence par appliquer, du côté gauche, le dispositif expérimental nécessaire à la cueillette du sang veineux. Les conditions anatomiques ne sont pas favorables, car il y a multiplicité de branches veineuses musculaires. Cependant, comme il n'est pas nécessaire d'obtenir des déterminations absolues et que des mesures comparatives suffisent, on se décide à placer une canule sur la veine qui se prête le mieux à l'application.

Quantité de sang recueilli en cinq minutes.

1° *Repas* (1re période)	3gr,75
2° *Id.* (2e période, quarante minutes après la première)	6gr,97

» Une minute et demie d'intervalle.

3° *Activité* (début d'un repas d'avoine)	21gr,45

» Trois minutes d'intervalle, pendant lesquelles, le repas étant suspendu, on coupe le tendon en travers.

4° *Activité* (début de la reprise du repas d'avoine, tendon coupé).. $24^{gr},24$

» Le sang qui s'écoulait de la veine, dans ce dernier cas, paraissait aussi noir que le sang recueilli pendant l'activité du muscle avant la section du tendon.

» Ainsi, ni la quantité ni les qualités physiques du sang qui coule dans les veines du muscle en activité n'ont été modifiées sensiblement par la section du tendon du muscle. Le débit du sang, après cette opération, semblerait même avoir éprouvé une certaine accélération. De plus, les caractères de coloration ne peuvent laisser de doute sur ce point que la quantité d'oxygène contenue dans le sang était à peu près aussi faible après qu'avant la section du tendon. On est forcé d'en conclure que la suppression du travail mécanique extrinsèque du muscle n'a guère diminué le travail chimique ou nutritif du tissu musculaire pendant qu'il continuait à se contracter périodiquement sous l'influence de son excitant physiologique normal.

» *Deuxième expérience*, 15 mai. — Cheval vigoureux, quoique très maigre; il mange mal son avoine; mauvaise dentition.

» On s'adresse au muscle du côté droit. Meilleure disposition anatomique que dans la première expérience. Néanmoins, la veine sur laquelle on place la canule est certainement doublée de quelque vaisseau efférent complémentaire. C'est, du reste, indifférent, puisque, pas plus que dans l'expérience précédente, il n'y a à rapporter le débit du sang à la masse du muscle; il s'agit seulement de mettre en comparaison l'écoulement du sang par le même vaisseau veineux dans deux conditions différentes, *avant* et *après* la section du tendon terminal du muscle, pendant que l'animal mange.

Quantité de sang recueilli en cinq minutes.

1° *Repos* (tout de suite après l'application de la canule)............	3^{gr} »
2° *Activité* (l'animal mange lentement en s'arrêtant souvent)........	23,50

» Pendant que l'animal continue à manger, prise spéciale de sang avec la seringue, pour extraction et analyse des gaz.

3° *Activité* (l'animal, depuis la deuxième prise, n'a pas cessé de manger; mais il mange encore beaucoup moins bien qu'au moment de cette deuxième prise)..	18,50
4° *Repos*..	5,20

» Immédiatement après cette quatrième prise de sang, section du tendon. Pendant que l'animal mange, on fait, avec la seringue *ad hoc*, une prise spéciale de

sang pour extraction et analyse des gaz. Le sujet mange un peu mieux. Un espace de temps de vingt minutes sépare cette deuxième prise spéciale de la première.

5° *Activité* (tendon coupé; continuation du même repas)...........	29,20
6° *Repos*..	8,50
7° *Repos*..	7,20
8° *Activité* (l'animal mange lentement)...........................	23 »

» *Couleur du sang*. — Moins foncée dans le sang recueilli pendant le repos musculaire; à peu près également noire dans le sang recueilli pendant l'activité, *après* comme *avant* la section du tendon du muscle.

Gaz contenu dans 100^{cc} *de sang veineux recueilli pendant que l'animal mange :*

	A. Avant la section du tendon (travail mécanique modéré).	B. Après la section du tendon (travail mécanique nul).
	cc	cc
Acide carbonique......	69,84	67,76
Oxygène.............	3,39	4,00
Azote................	1,69	1,54
Volume total du gaz..	74,92	73,30

» Ainsi, de même que dans la première expérience, l'annihilation du travail mécanique, par section tendineuse, a plutôt augmenté que diminué l'activité de l'irrigation sanguine dans le muscle. La moyenne des chiffres 29^{gr},20 et 23^{gr}, soit 26^{gr},10, pour le sang recueilli quand le muscle se contractait à vide, est, en effet, supérieure à celle des chiffres 23^{gr},50 et 18^{gr},50, soit 21^{gr}, pour le sang recueilli lorsque le muscle travaillait pendant son état d'activité. Quand même ce ne serait là qu'une différence accidentelle, tout au moins peut-on affirmer que la circulation n'est pas moins active dans le premier cas que dans le second.

» Conformément à toutes les observations antérieures, le sang recueilli pendant les diverses phases de repos s'est trouvé de couleur plus claire que le sang des phases d'activité, et, dans les deux conditions de l'activité, avec ou sans travail mécanique, le sang paraissait à peu près également noir; ce qui indique une grande analogie de composition au point de vue des proportions d'oxygène et d'acide carbonique contenues dans le sang.

» Mais ce dernier fait a été mis directement en évidence par l'analyse chimique. Il est fâcheux que les accidents qui ont entravé la marche des expériences n'aient pas permis de faire les analyses des gaz d'une manière complètement comparative sur le sang artériel et le sang veineux, dans l'état de repos du muscle d'abord, puis dans l'état d'activité avant et après

la section du tendon. Toutefois, les deux analyses qui ont été faites, de beaucoup les plus importantes, suffisent à démontrer que l'annihilation du travail mécanique du muscle a peu diminué l'activité de l'absorption de l'oxygène par le muscle, c'est-à-dire le principal indice du travail chimique de la nutrition et de la respiration musculaires.

» Si même on tient compte, comme on le doit, de l'activité de l'irrigation sanguine, qui a été plus marquée après qu'avant la section du tendon, on se trouve en présence de cette conclusion vraiment importante, que le travail chimique du muscle qui se contracte à vide, sans produire aucun travail mécanique, est à peu près aussi actif que celui du muscle qui se contracte en exécutant son travail mécanique normal. Tout au moins, doit-on reconnaître que, s'il existe là une différence, elle est fort peu sensible.

» Un tel fait est de nature à surprendre, parce qu'il semble au premier abord en désaccord complet avec la loi de l'équivalence thermodynamique. Il n'en est rien pourtant. Ce que prouve ce fait, c'est que le travail mécanique du muscle n'absorbe qu'une faible partie du surcroît considérable d'énergie dont l'organe devient le siège au moment de sa contraction.

» La théorie indique que, à défaut de sa transformation en travail mécanique, cette partie non utilisée de l'énergie chimique du muscle doit se manifester sous forme de chaleur libre. L'expérience a prononcé dans le sens de l'exactitude de cette indication théorique, d'accord en cela avec les faits déjà connus, recueillis dans d'autres conditions.

» *Troisième expérience*, 9 mai. — Cheval sur lequel on avait, sept heures auparavant, tenté inutilement d'introduire une canule dans une veine du muscle releveur de la lèvre, du côté droit.

» Deux aiguilles thermo-électriques sont implantées et fixées chacune dans l'épaisseur d'un des muscles releveurs, d'une manière parfaitement symétrique.

» Le muscle du côté opéré est plus chaud que l'autre, ce qui est indiqué par une déviation à gauche du miroir du galvanomètre.

» Quand on fait manger l'animal, la différence de température diminue graduellement avec assez de rapidité. Le miroir se fixe alors non pas tout à fait au zéro, mais tout près du zéro de l'échelle. L'écart de température se reproduit et disparaît alternativement, chaque fois que l'animal cesse ou reprend son repas. Le fait est dû sans doute à ce que l'échauffement provoqué par la contraction dans les deux muscles se fait d'une manière inégale : cet échauffement est moins fort du côté lésé, déjà plus chaud.

» On coupe le tendon du muscle du côté opéré (le plus chaud). L'opération modifie à peine la température de l'état de repos. Mais il en est autrement de la température de l'état d'activité. En effet, quand l'animal mange, le miroir retourne bien, comme

avant la section du tendon, dans la direction du zéro, mais il en reste toujours à une certaine distance : ce qui indique que l'échauffement amené par la contraction est plus fort dans le muscle qui se contracte à vide.

» Donc, la signification de l'expérience est bien celle qui a été annoncée plus haut. La suppression du travail mécanique de la contraction musculaire a rendu disponible une certaine quantité d'énergie apparaissant sous forme de chaleur libre. Il ne sera pas impossible de s'assurer un jour s'il y a équivalence entre le travail supprimé et cette chaleur libre.

» En résumé, un muscle, mis par la section de son tendon terminal dans l'impossibilité de faire aucun travail mécanique utile, continue à se contracter régulièrement avec les autres organes musculaires auxquels il est lié synergiquement pendant toute la durée des actes physiologiques à l'exécution desquels le groupe musculaire est préposé.

» Aussi longtemps que dure ce fonctionnement *stérile*, aussi souvent qu'il se reproduit, l'organe continue également à être le siège du surcroît considérable de travail chimique dont la mise en activité des muscles provoque immédiatement l'apparition. Le coefficient de l'activité circulatoire et respiratoire du tissu musculaire ne paraît pas, en effet, éprouver de diminution bien sensible dans les muscles qui se contractent à vide. Un faible surcroît d'échauffement compense, du reste, ou tend à compenser, dans le muscle à tendon coupé, le travail mécanique supprimé.

» Donc, si la suppression de l'utilisation mécanique de la contraction musculaire n'amoindrit pas sensiblement l'accroissement vraiment considérable du travail chimique accompagnant cette contraction, il faut conclure que ce travail chimique est nécessaire à l'accomplissement même du raccourcissement musculaire, qu'il produise ou non du travail mécanique extérieur. C'est pour cela que l'énergie résultant des actions nutritives et respiratoires du muscle se manifeste ou est restituée, dans les deux cas, sous forme d'une grande quantité de chaleur libre, qui se disperse dans le corps d'abord par l'intermédiaire du sang, dans le monde extérieur ensuite par le rayonnement et l'évaporation cutanée et pulmonaire. D'où il résulte que, dans le muscle, machine vivante, comme dans la machine à feu ordinaire, la majeure partie de l'énergie résultant du travail chimique serait dépensée à la préparation de la mise en tension de l'appareil de mouvement.

» D'autres hypothèses sont également plausibles ; celle qui vient d'être émise a l'avantage de s'adapter aisément à la théorie générale de la transformation et de la consommation de l'énergie. »

NAVIGATION. — *Sur les collisions en mer et les propositions de M. le commandant* Riondel. Note de M. **Jurien de la Gravière.**

« La question des collisions en mer a occupé l'attention publique pendant ces derniers mois. Jamais, en effet, les abordages n'ont été si rapprochés et si terribles dans leurs conséquences ; à chaque collision, un des deux navires disparaissait après le choc.

» Le port du Havre a été frappé tout spécialement par les collisions des deux grands paquebots *la Champagne* et *la Bretagne*: elles ont eu lieu à deux jours d'intervalle l'une de l'autre.

» Cette situation devait donner un caractère d'actualité et de grand intérêt aux nouvelles Conférences que M. le commandant Riondel vient d'entreprendre dans les ports de l'Océan et de la Manche : à Bayonne, Bordeaux, Rochefort, la Rochelle, Calais, Dunkerque, Abbeville, Dieppe et Rouen.

» L'année précédente, M. Riondel avait fait des Conférences semblables à Nantes, Cherbourg, le Havre, Granville, Saint-Nazaire et Caen.

» Les Chambres de commerce de ces différentes villes ont toutes donné, *à l'unanimité*, leur adhésion aux idées développées par le conférencier. Les Conseils municipaux ont suivi le mouvement et pris des délibérations conformes.

» N'est-on pas en droit de dire que ces nombreuses corporations, à la fois si compétentes et si pratiques, n'ont accordé à M. Riondel leur adhésion complète que parce que les idées qu'il a émises ont une portée sérieuse et pratique ?

» Nous résumerons de la manière suivante les diverses propositions de M. le commandant Riondel :

» 1° Imposer aux paquebots à vapeur une route d'*aller* et une de *retour*, afin de diviser le courant unique en deux courants parallèles ;

» 2° Déterminer une vitesse maxima dans les canaux étroits en temps de brume ;

» 3° Augmenter la portée de l'éclairage et le mettre en harmonie avec les vitesses d'aujourd'hui ;

» 4° Établir des tribunaux maritimes internationaux pour juger les litiges entre navires de nationalités différentes.

» Ce dernier point a été approuvé par le Gouvernement des États-Unis.

» Les divers Gouvernements étrangers ont été saisis de la question; la Grèce et le Portugal ont déclaré qu'ils étaient prêts à faire partie de la Conférence internationale, dès qu'elle se réunirait.

» Les Congrès d'Hambourg, d'Anvers et de Nantes, les Chambres de commerce de Lisbonne et de Glasgow sont également favorables à ce programme de réformes.

» Cette récapitulation rapide montrera à l'Académie qu'il s'agit d'une question du plus haut intérêt. »

L'étude des mesures à prendre pour prévenir les collisions en mer est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Fizeau, Pâris, Jurien de la Gravière, Janssen, Cornu, Bouquet de la Grye, Mascart et de Jonquières.

COSMOLOGIE. — *Observations sur la météorite de Grazac; type charbonneux nouveau qu'elle représente;* par MM. **Daubrée** et **Stanislas Meunier.**

« C'est par une circonstance fortuite que M. Caraven-Cachin [1], en poursuivant ses études archéologiques, a eu connaissance d'une chute remontant à près de deux années qui, sans lui, serait restée perdue pour la Science. Dans trois tournées successives, il n'a pu qu'à grand'peine en recueillir quelques parcelles chez les paysans : en raison de sa friabilité, la substance tombée avait déjà presque complètement disparu.

» Cette météorite se rapproche des météorites charbonneuses d'Orgueil et du Cap; mais elle s'en distingue à la fois par son aspect et par ses caractères chimiques.

» Au lieu d'être homogène et uniformément terne comme celles-ci, elle montre des parties noires affectant une disposition rubanée, qui contrastent par leur éclat métalloïde avec le noir sombre et très légèrement ocracé du fond. La cassure est granuleuse et présente quelques globules rappelant les chondres si fréquents dans les météorites.

» L'aspect général est assez voisin de certaines variétés d'oxyde de manganèse, d'oxyde de cuivre et de cinabre bitumineux d'Idria.

» De même que l'aspect, l'action sur le barreau aimanté montre combien

---

[1] *Voir* plus loin, p. 1813.

cette matière est peu homogène. Tandis qu'un échantillon n'agit que très faiblement, un autre dévie énergiquement l'aiguille; le troisième n'a d'action que par un de ses côtés; aucun n'a paru posséder de pôles.

» La densité, prise sur un très petit fragment pesant $0^{gr},25$, a été trouvée égale à 4, 16.

» A cause de l'extrême rareté de la météorite, les essais chimiques n'ont été faits que sur des esquilles et ne sauraient, par conséquent, être complets.

» Chauffée dans un tube fermé, la matière laisse dégager d'abord de l'eau, puis des vapeurs blanchâtres et épaisses, à odeur bitumineuse. Le résidu fixe est une substance noire, brillante, très magnétique, qui, chauffée dans un tube ouvert, devient d'un brun ocreux.

» Par l'eau bouillante on en extrait des traces très sensibles de sulfates et de chlorures. Avec l'acide chlorhydrique, on obtient une liqueur donnant nettement les réactions du fer, sans qu'on ait pu chercher le nickel. Le résidu conserve l'aspect primitif de l'échantillon.

» Les grains magnétiques extraits de la poussière ont très nettement précipité le sulfate de cuivre, à la manière du fer métallique.

» Les lames minces étant restées entièrement opaques, nous avons examiné au microscope la poussière de la roche. Au milieu de parties noires en quantité tout à fait prédominante, apparaissent des éclats transparents, de formes irrégulières, sans contours cristallisés. Tous sont très actifs sur la lumière polarisée. Les uns donnent des mosaïques très colorées, à la manière du péridot; d'autres sont fibreux, comme l'est souvent l'enstatite.

» La gelée qui se produit par leur contact avec l'acide chlorhydrique indique la présence d'un silicate attaquable.

» Tout incomplets qu'ils sont forcément, les caractères qui précèdent suffisent pour faire de la météorite de Grazac un type lithologique complètement nouveau. Ce type est d'autant plus remarquable qu'il appartient à la catégorie des météorites charbonneuses, si rares et si intéressantes, qui, par leur ressemblance avec nos combustibles minéraux, ont invité à rechercher des manifestations biologiques en dehors du globe. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour remplir, dans la Section de Médecine et Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. *Gosselin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Verneuil obtient	. . . . . .	47	suffrages.
M. Trélat	»	3	»
M. Cornil	»	2	»
M. Guyon	»	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. **Verneuil**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'importance du dépôt de rosée en Agriculture.* Note de M. **Prillieux**, présentée par M. Janssen.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Le dépôt de rosée à la surface du sol et des plantes a pour les agriculteurs une importance considérable et ils auraient grand intérêt à ce que cette donnée fût consignée par les observatoires météorologiques.

» Dans les pays méridionaux où les pluies d'été sont rares, les plantes ne peuvent continuer à vivre jusqu'à l'époque où s'achève normalement leur végétation que grâce aux rosées qui rendent au sol un peu d'humidité. C'est un fait bien connu de tous les bons cultivateurs du Midi qu'en rompant par des façons culturales la croûte qui se forme à la surface du sol et réduisant la terre en poussière, on agit aussi sûrement pour rafraîchir les plantes qui souffrent de l'extrême sécheresse qu'en donnant un arrosage. Le sol fort divisé absorbe toute la rosée qui se dépose souvent en abondance, mais dont le soleil évaporerait une grande partie si la terre était couverte d'une croûte dure et lisse.

» Le dépôt de rosée a une bien plus grande importance encore au point de vue de la propagation des maladies produites par des parasites végétaux comme le mildew des vignes, la maladie de la pomme de terre, les rouilles, etc. Il est certain que toutes ces maladies ne sont causées que par des corps reproducteurs de champignons parasites, fines poussières que transporte le vent et qui se déposent sur les feuilles, mais n'y peuvent faire pénétrer l'infection qu'en germant à leur surface. Or la germination des corpuscules reproducteurs des parasites ne peut se faire que quand il y a de l'eau déposée à la surface de plantes nourricières aux dépens desquelles ils peuvent se nourrir.

» Les invasions du mildew dans les vignes ont mis tout particulièrement ce fait en évidence. J'ai eu l'occasion de le constater très nettement en Algérie en 1881 ([1]).

» Les relations entre l'état d'humidité de l'atmosphère et le développement du *Peronospora* sont tellement nettes et précises, disais-je alors, il est si certainement démontré que la condensation des gouttes d'eau à la surface des feuilles de vigne est la condition absolument nécessaire de la multiplication du parasite, qu'il y aurait un intérêt très grand à réunir des renseignements rigoureusement exacts et complets sur l'état hygrométrique de l'air dans les pays vignobles que menace l'invasion du mildew. Malheureusement les faits les plus importants, au point de vue du développement du parasite, la production des brouillards et les dépôts de rosée sont très rarement mentionnés avec régularité sur les Tableaux d'observations météorologiques. C'est une lacune qu'il serait de la plus haute importance de faire disparaître pour l'avenir.

» L'exposé du développement des divers autres parasites montrerait de même l'influence absolument dominante de la rosée et du brouillard sur le développement et l'extension de tant de maladies épidémiques qui dévastent les cultures.

» L'année dernière, à l'École d'agriculture de Montpellier, M. Houdaille, répétiteur du Cours de Météorologie de M. Crova, a fait des essais de construction d'un appareil destiné à enregistrer la condensation de l'eau sur le sol. Il est hors de doute que si les observatoires météorologiques avaient un moyen pratique de constater avec précision et régularité la condensation de l'eau à la surface des plantes et du sol, ils seraient à même de rendre à l'Agriculture un nouveau et très grand service. »

([1]) *Annales de l'Institut agronomique*, 4e année, no 5, p. 152.

M. **de Montgrand** adresse un second Mémoire et une Note complémentaire relatifs à la « Transmission mécanique de la chaleur d'un volume d'air à un autre ».

Les Mémoires de M. de Montgrand sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Fizeau, Becquerel, Cornu, Lévy, Boussinesq.

M. **Ch. Brame** adresse un complément à sa théorie des ombres colorées.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Jean Frehis** soumet au jugement de l'Académie une Communication relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Van den Driessche** adresse une nouvelle Lettre « Sur la maladie du Beri-beri ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

Un **Anonyme**, dont le nom est renfermé dans un pli cacheté, a adressé, le 31 mai 1887, pour le concours du prix L. Lacaze (Physiologie) un Mémoire manuscrit portant pour titre : « Découvertes probables des causes de la respiration animale et de la circulation du sang ».

[Renvoi à la Commission du concours L. Lacaze (Physiologie).]

CORRESPONDANCE.

M. **Édouard Brongniart** fait hommage à l'Académie d'une médaille, exécutée par M. Réty, en souvenir de son père *Adolphe Brongniart*. Cette médaille, qui reproduit les traits de notre illustre Confrère, sera déposée dans les Archives de l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une traduction en langue anglaise de l'Ouvrage de M. *Gaston Planté* « Sur l'accumulation de l'énergie électrique ».

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que l'inauguration de la statue de Philippe Lebon aura lieu, dimanche 26 juin, à Chaumont, et il montre la photographie de cette statue. L'artiste, M. Péchiné a su habilement représenter l'inventeur du gaz au moment où, tenant la cornue où il a fait brûler de la sciure de bois, il vient d'allumer le gaz qui en sort. Philippe Lebon était ingénieur des Ponts et Chaussées; il était né en 1767, à Brachay, dans la Haute-Marne, et c'est là qu'il a fait ses premières expériences sur le gaz, mais il les a continuées à l'École des Ponts et Chaussées où il était professeur de Mécanique; Fourcroy et de Prony l'encourageaient et l'aidaient de leurs conseils. L'utilité pratique de son invention a été rendue publique en 1800, par l'éclairage de l'hôtel Seignelay, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, près de la rue de Bourgogne. Tout Paris alla voir les thermolampes; c'est ainsi que Philippe Lebon appelait ses appareils à gaz afin de montrer qu'ils servent à la fois pour chauffer et pour éclairer. Peu de temps après, l'inventeur du gaz était trouvé mort dans les Champs-Élysées percé de plusieurs coups de couteau. L'Académie, qui s'intéresse à toutes les gloires scientifiques de la France, est heureuse de voir rendre hommage à la Mémoire de Philippe Lebon.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles algébriques et homogènes par rapport à la fonction inconnue et à ses dérivées.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Hermite.

« On connaît la grande importance des *invariants des équations différentielles linéaires* qui ont été introduits par Laguerre (¹), et dont M. Halphen (²) a fait une étude approfondie en les rattachant à sa théorie des invariants différentiels (³). Cette notion d'invariant peut être étendue aux équations différentielles algébriques homogènes d'un degré quelconque par rapport à la fonction inconnue et à ses dérivées, équations qui partagent, avec les équations linéaires homogènes, la propriété de conserver la même forme quand on remplace la variable indépendante x par une autre variable ξ liée à x par une relation $\xi = \varphi(x)$, ou la fonction inconnue y

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 116 et 224.

(²) *Mémoire sur la réduction des équations différentielles linéaires aux formes intégrables* (*Savants étrangers*, t. XXVIII, n° 1).

(³) Thèse *Sur les invariants différentiels*, 1878.

par une autre fonction η obtenue en posant $y = \eta X$ et désignant par X une fonction de x. Toute équation différentielle algébrique *non homogène* par rapport à une fonction u et à ses dérivées peut être ramenée à une équation homogène d'un ordre supérieur d'une unité : il suffit, pour cela, de remplacer la fonction u par la dérivée logarithmique d'une autre fonction y.

» I. Prenons, pour fixer les idées, une équation différentielle du second ordre homogène et du second degré par rapport à la fonction inconnue y et à ses dérivées y', y'', et supposons d'abord que le coefficient de y''^2 soit nul, celui de $y'y''$ étant différent de zéro. Cette équation sera de la forme

$$(1) \qquad By'y'' + Cyy'' + Dy'^2 + Eyy' + Fy^2 = 0,$$

les coefficients B, C, D, E, F étant des fonctions données de x, parmi lesquelles la première B peut toujours être supposée égale à l'unité. Si l'on fait le changement de fonction $y = \eta X$, on peut déterminer X en fonction de x par la condition que, dans la nouvelle équation en η, le coefficient de $\eta\eta''$ soit nul; et l'équation prend la forme

$$(2) \qquad B_1\eta'\eta'' + D_1\eta'^2 + E_1\eta\eta' + F_1\eta^2 = 0,$$

où les coefficients D_1, E_1, F_1 sont des semi-invariants relatifs au changement de fonction, le dernier coefficient F_1 ne différant que par un facteur du discriminant du polynôme (1). Il est possible de ramener l'équation (2) à une forme réduite dans laquelle ne figure qu'un *invariant absolu*. En faisant

$$\eta = e^{\int \frac{dx}{v}},$$

on obtient une équation de la forme

$$(3) \qquad \frac{dv}{dx} = \alpha v^3 + \beta v^2 + \gamma v + \delta,$$

α, β, γ, δ étant des fonctions de x faciles à exprimer en B_1, D_1, E_1, F_1. Puis, en posant

$$v = \lambda w + \mu,$$

déterminant convenablement λ et μ en fonction de x et faisant enfin un changement de variable indépendante, on obtiendra une équation de la

forme réduite

$$(4) \qquad \frac{dw}{d\xi} = w^3 + \mathrm{J},$$

où J est un invariant absolu ayant pour expression

$$\mathrm{J} = e^{\int \frac{\beta^2 - 3\alpha\gamma}{\alpha} dx} \frac{2\beta^3 - 9\alpha\beta\gamma + 27\alpha^2\delta - 9\left(\beta\frac{d\alpha}{dx} - \alpha\frac{d\beta}{dx}\right)}{27\alpha^3}.$$

» Si cet invariant est nul, il existe entre quatre intégrales de l'équation (3) une relation algébrique à coefficients constants.

» II. Si nous prenons l'équation plus générale du second ordre

$$(5) \qquad \mathrm{A}y''^2 + \mathrm{B}y''y' + \mathrm{C}y''y + \mathrm{D}y'^2 + \mathrm{E}yy' + \mathrm{F}y^2 = 0,$$

où A est différent de zéro et peut toujours être supposé égal à l'unité, nous pourrons de même, en posant $y = \eta \mathrm{X}$, faire disparaître le terme en $\eta''\eta'$, et alors les coefficients restants seront des semi-invariants pour le changement de fonction.

» Sans m'arrêter aux formes réduites auxquelles on peut ramener cette équation (5), je signalerai comme une classe particulièrement intéressante d'équations de la forme (5) celles dont l'intégrale générale est

$$(6) \qquad y = \lambda^2 \mathrm{X} + \lambda\mu \mathrm{Y} + \mu^2 \mathrm{Z},$$

X, Y, Z étant des fonctions de x, λ et μ des constantes arbitraires. Pour ces équations spéciales, deux invariants sont nuls et leur intégration se ramène à l'intégration d'une équation linéaire du troisième ordre donnant l'intégrale générale (6) et à celle d'une équation linéaire du second ordre donnant des intégrales *singulières*. Ainsi l'équation

$$(7) \qquad 3x^2y''^2 - 2y''(3xy' + y) + 4y'^2 = 0$$

admet l'intégrale générale $\lambda^2 + \lambda\mu x + \mu^2 x^2$, vérifiant l'équation du troisième ordre $y''' = 0$, et deux intégrales singulières $x^{\frac{3+2\sqrt{3}}{3}}$, $x^{\frac{3-2\sqrt{3}}{3}}$, vérifiant l'équation linéaire du second ordre

$$3x^2y'' - 3xy' - y = 0.$$

» III. Lorsque, dans les équations (1) et (5), les coefficients A, B, C, D, E, F sont *constants* ou sont de la forme

$$(x-a)^4 \mathcal{A}, \quad (x-a)^3 \mathcal{B}, \quad (x-a)^2 \mathcal{C}, \quad (x-a)\mathcal{D}, \quad (x-a)\mathcal{E}, \quad \mathcal{F},$$

$\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, $\mathcal{C}$, $\mathcal{D}$, $\mathcal{E}$, $\mathcal{F}$ étant des constantes, on obtient immédiatement des intégrales de la forme e^{rx} ou $(x-a)^r$. Ces intégrales sont *particulières* lorsque A est nul; elles peuvent être *singulières* lorsque A est différent de zéro, comme il arrive pour l'exemple (7). L'intégrale générale est alors fournie par les méthodes élémentaires.

» Des résultats analogues s'obtiennent pour les équations d'un ordre ou d'un degré supérieur au second. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur une partition de nombres.* Note de M. **Camille de Polignac**, présentée par M. Halphen (Suite) (1).

« II. *Impossibilité de décomposer* 53 *en l'une des formes* 2^x+3^y, 2^x-3^y, 3^y-2^x.

» Le premier cas se vérifiera directement.

» *Deuxième cas.* — Écrivons

$$2^x = 53 + 3^y,$$

on a

$$53 = 2 + 2.3 + 2.3^2 + 3^3.$$

» Un calcul direct montre que y doit être supérieur à 5. Nous écrivons donc

$$3^y = 3^5 + 2.3^5 + 2.3^6 + \ldots + 2.3^{y-2} + 2.3^{y-1},$$

ajoutant

$$2^x \;\; = 2(1+3+3^2) + 3^3(1+3^2) + 2(3^5+3^6+\ldots+3^{y-1}),$$
$$2^{x-1} = 13 + 5.3^3 + 3^5 + 3^6 + \ldots + 3^{y-1}.$$

» L'ensemble des deux premiers termes étant pair, il faut que le nombre des termes qui suit soit pair. Les groupant deux par deux et réduisant, il vient

$$2^{x-1} = 148 + 4(3^5 + 3^7 + 3^9 + \ldots + 3^{y-2};$$

par suite,

$$2^{x-3} = 37 + 3^5 + 3^7 + 3^9 + \ldots + 3^{y-2}.$$

» Ici encore, il faut que le nombre des termes à partir de 3^7 soit pair;

(1) *Voir* même Volume, page 1688.

groupant et réduisant, on obtient

$$2^{x-3} = 280 + 10(3^7 + 3^{11} + \ldots + 3^{y-4}),$$

égalité impossible puisque le second membre contient le facteur 5.

» *Troisième cas.* — Écrivons

$$2^x = 3^y - 53$$

et prenons ici

$$3^y = 3 + 2.3 + 2.3^2 + 2.3^3 + \ldots + 2.3^{y-1}.$$

» Retranchant l'expression de 53 donnée plus haut, il vient

$$2^x = 1 + 3^3 + 2(3^4 + 3^5 + \ldots + 3^{y-1}).$$

» L'ensemble des deux premiers termes est divisible par 4. Il faut donc que le nombre des termes dans la parenthèse soit pair. Les groupant deux par deux, on obtient

$$2^x = 4.7 + 8(3^4 + 3^6 + \ldots + 3^{y-2}),$$

égalité impossible puisqu'il en résulterait pour 2^{x-2} un nombre impair. »

PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs spécifiques moléculaires des corps gazeux.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Depuis la découverte par Dulong et Petit de la loi des chaleurs spécifiques des corps solides, de nombreuses tentatives ont été faites pour généraliser cette loi et l'étendre aux gaz. Mais les recherches expérimentales de Regnault sur ce sujet ont montré que, à la température ordinaire, il n'y avait égalité ni entre les chaleurs moléculaires, ni entre les chaleurs atomiques des gaz. Les expériences que nous avons faites, M. Mallard et moi, sur la combustion des mélanges gazeux conduisent à la même conclusion pour les températures élevées.

» En jetant les yeux sur les courbes que nous avons dressées pour l'acide carbonique et la vapeur d'eau, on remarque une convergence très nette vers un point situé au-dessous de zéro. Cela m'a conduit à supposer que les chaleurs spécifiques moléculaires des corps gazeux pourraient bien tendre vers une même limite lorsque la température se rapproche du zéro absolu. J'ai essayé d'appliquer cette hypothèse à la représentation des variations de chaleurs spécifiques déterminées par Wiedemann. Le Tableau

suivant montre que les résultats des expériences peuvent, dans les limites d'erreur qu'ils comportent, être convenablement représentés par une formule telle que

$$C = 6,8 + \alpha(273 + t).$$

C est la chaleur spécifique vraie à pression constante, et α un coefficient dépendant de la nature du gaz, qui prend une valeur d'autant plus grande que la molécule est plus complexe, ainsi que cela ressort du Tableau suivant :

	Expériences de Wiedemann.			Formule.		
Nature des gaz.	Limites des températures.	Chaleur spécifique moyenne.	Écart maximum.	Coefficient 1000α.	Chaleur spécifique calculée.	Différence.
Gaz parfaits....	20°-200°	6,8	»	0,00	6,8	»
AzH^3..........	25-100	8,85	0,20	6,11	8,85	0,0
	25-200	9,10	0,24		9,16	+ 0,06
C^2O^4..........	22-100	9,20	0,12	7,42	9,28	+ 0,08
	25-150	9,47	0,08		9,47	0,0
	25-200	9,66	0,14		9,66	0,0
Az^2O^2..........	25-100	9,37	0,13	7,92	9,45	+ 0,08
	25-200	9,85	0,22		9,85	0,0
C^4H^4..........	25-100	10,85	0,26	12,70	11,06	+ 0,21
	27-200	12,00	0,30		11,70	— 0,30
C^2HCl^3..........	27-117	17,25	0,35	29,50	17,00	— 0,25
	28-190	17,81	0,40		18,05	+ 0,24
C^4H^5Br	28-116	17,50	0,35	31,40	17,65	+ 0,15
	29-190	18,97	0,20		18,77	— 0,20
$C^6H^6O^2$..........	26-110	20,1	0,40	39,30	20,2	+ 0,10
	26-180	21,7	0,30		21,6	— 0,10
$C^{12}H^6$..........	35-115	23,3	0,75	50,00	24	+ 0,70
	35-180	25,9	0,31		25,55	— 0,35
$C^4H^4(C^4H^4O^4)$.	33-113	29,7	0,42	66,4	29,8	+ 0,10
	35-189	32,6	0,50		32,4	— 0,20
$C^4H^4(C^4H^6O^2)$.	25-111	31,7	0,30	72,8	31,8	+ 0,10
	27-189	34,2	0,50		34,2	0,0

» D'une façon générale l'accord entre l'expérience et le calcul est aussi satisfaisant que possible : la valeur des écarts est toujours inférieure à celle des erreurs accidentelles d'expérience. On peut donc affirmer que les chaleurs moléculaires des gaz et des vapeurs tendent toutes sensiblement vers une limite commune quand la température tend à se rapprocher du zéro absolu. Mais il est impossible dans l'état actuel de décider si c'est là une loi rigoureusement exacte ou seulement une loi approchée.

Les erreurs expérimentales laissent planer une trop grande incertitude sur la variation des chaleurs spécifiques par suite de l'écart insuffisant des températures entre lesquelles les mesures ont pu être faites.

» Il était intéressant de voir si la même loi se prolongeait aux températures élevées en comparant la chaleur spécifique de l'acide carbonique, déduite de la formule donnée plus haut

$$C = 6,8 + \frac{7,2}{1000}(273 + t),$$

avec les nombres que nous avions déduits de nos expériences sur la combustion des mélanges gazeux

Température.	Observation.	Calcul.
20°–2000°.........	$15,7 \pm 0,7$	16,3

» Ici encore l'accord est parfait, puisque la différence des deux nombres est inférieure aux erreurs accidentelles d'expérience.

» Pour la vapeur d'eau au contraire, il y aurait désaccord avec les nombres que nous avons admis pour la température de 3300°. Le calcul donnerait 15, tandis que nous avions déduit de nos expériences 18,5. Mais il faut remarquer que nous n'avions pas tenu compte de la dissociation de la vapeur d'eau à cette température; il est bien possible, quoique nous n'ayons pas pu le constater, que la dissociation soit déjà notable dans ces conditions et que, par suite, le chiffre 18,5 soit trop fort.

» Je n'ai pas tenu compte ici de la variation de la chaleur spécifique des gaz parfaits, indiquée par nos expériences; elle est trop faible pour influer d'une façon notable sur les résultats énoncés plus haut. Si l'on veut le faire, il faut remplacer dans la formule la constante 6,8 par le nombre très voisin 6,5 qui serait la valeur théorique de toutes les chaleurs spécifiques moléculaires au zéro absolu, et augmenter en même temps tous les coefficients α de $\frac{0,8}{1000}$. Les chaleurs spécifiques calculées du Tableau précédent ne sont altérées que de 0,03, c'est-à-dire d'une quantité négligeable. »

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité calorifique du bismuth dans un champ magnétique et la déviation des lignes isothermes* ([1]). Note de M. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« La découverte de l'augmentation considérable que subit la résistance électrique du bismuth introduit dans un champ magnétique puissant m'a conduit à supposer que ce champ produit dans la structure du métal une modification dont l'un des effets est la déviation des lignes équipotentielles (phénomène de Hall).

» Il me parut que ce changement de structure devait produire sur un flux calorifique les mêmes altérations que sur un courant électrique, et l'expérience a complètement confirmé mes prévisions.

» Non seulement la conductibilité calorifique du bismuth varie avec le champ magnétique où il est placé, mais elle semble diminuer dans le même rapport que la conductibilité électrique. De plus, je suis arrivé à mettre hors de doute la déviation d'un flux de chaleur sous l'influence du champ.

» Ces faits me paraissent avoir une certaine importance pour la démonstration de l'analogie qu'il y a entre les conductibilités calorifique et électrique; analogie que la comparaison des mesures les plus précises faites sur les conductibilités relatives rendait contestable.

I. — *Variation de la conductibilité calorifique.*

» *Première expérience.* — Un barreau de bismuth placé entre les surfaces polaires d'un fort électro-aimant est chauffé à l'une de ses extrémités au moyen d'une étuve à vapeur d'eau; l'autre extrémité est libre. Une sonde thermo-électrique est appliquée en un point A du barreau et reliée à un galvanomètre de faible résistance. La force thermo-électromotrice est convenablement compensée et l'aiguille du galvanomètre ramenée au zéro. Cela posé, quelle que soit la position du point A, si l'on excite l'électro-aimant, l'aiguille du galvanomètre présente une nouvelle déviation qui accuse un abaissement de température en A et par conséquent une diminution de la conductibilité.

» *Seconde expérience* (*mesures*). — Trois fils de platine A, B, C, équidistants sont soudés au barreau et disposés de manière que A se trouve près de la sortie de l'étuve et à l'entrée du champ. Ces fils prennent à l'état permanent des températures t, t_1, t_2.

» Or les deux fils A et B, par exemple, constituent avec le bismuth interposé deux

---

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

couples $B_i - P_t$ opposés, et la différence de potentiel qui s'établit entre eux est proportionnelle à la différence de température $t - t_1$; on la mesure au moyen du galvanomètre par la méthode de compensation. Il est facile de s'assurer que cette différence de potentiel augmente sous l'influence du champ.

» Prenons à titre d'exemple une expérience dans laquelle on avait à peu près $AB = BC = 0^m,02$. Le champ valait environ 7800 C.G.S. (Les différences de température sont exprimées en microvolts.)

	$t - t_1$.	$t_1 - t_2$.
En l'absence du champ............	1950	572
Avec le champ....................	2060	583

» Si l'on désigne par x la distance AB, on peut exprimer t_1 et t_2 en fonction de t par les formules

$$t_1 = te^{-ax}, \qquad t_2 = te^{-2ax},$$

d'où l'on tire

$$ax = \mathrm{L}\,\frac{t - t_1}{t_1 - t_2}.$$

» On obtient deux valeurs différentes de a suivant que l'électro-aimant est ou non excité, et le rapport des conductibilités correspondantes a pour expression

$$\frac{c'}{c} = \frac{a^2}{a'^2} = 0,86.$$

» La conductibilité électrique d'échantillons de la même nature diminue en moyenne de 16 pour 100 (au lieu de 14) dans les mêmes conditions.

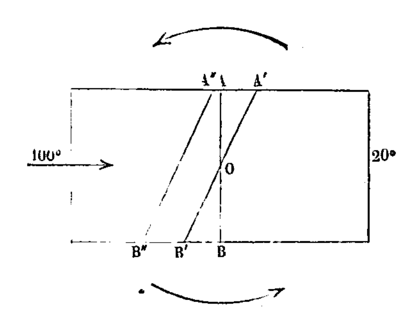
» Je suis porté à croire que cette divergence peut être attribuée, d'une part, aux particularités de l'échantillon, et, d'autre part, aux diverses causes d'erreur de l'expérience actuelle et, en particulier, à ce que l'égalité de AB et BC n'était pas exactement réalisée.

II. — *Déviation des lignes isothermes.*

» Une lame de bismuth ayant environ $0^m,12$ de longueur, $0^m,05$ de largeur et $0^m,003$ d'épaisseur, est disposée normalement aux lignes de force d'un champ très étroit, et l'on y admet, comme tout à l'heure, un flux de chaleur. Une sonde thermo-électrique est appliquée en un point A.

» Il est facile de constater que la température de ce point varie, en général, quand on excite l'électro-aimant et en tout cas lorsque l'on renverse le champ.

» Reportons-nous à la figure ci-jointe, où les grandes flèches courbes indiquent le sens du courant magnétisant. La ligne isotherme AB est déviée comme le serait une ligne équipotentielle (phénomène de Hall); elle prend la direction A′B′. Mais, en vertu de la diminution de conductibilité, elle se transporte en A″B″. On observe donc en A la différence des deux effets;



on observerait leur somme en B, s'il n'était plus commode de renverser le phénomène en inversant le champ.

» Il existe un point tel que A dont la température ne varie pas dans un champ de direction convenable. La connaissance de ce point permettrait de calculer l'angle AOA′; mais il est plus facile de le déterminer par le renversement du champ. On élimine ainsi l'effet de la diminution de conductibilité, et l'on observe une variation de température θ double de celle qui est due à la déviation étudiée.

» Connaissant la température moyenne T du point A dans le champ, le coefficient a' correspondant, et la largeur l de la lame, on calculera la déviation δ au moyen des deux formules suivantes :

$$\delta l = 2x$$
$$t(e^{a'x} - e^{-a'x}) = \theta.$$

» *Remarque.* — MM. Ettingshausen et Nernst ont tiré d'expériences qui ont, avec les miennes, la plus grande analogie, des conclusions inverses ou plus exactement *négatives*.

» Ils affirment, par exemple, que la distribution des températures ne varie pas sous l'influence du champ. Il est probable que ces observateurs ont opéré dans un champ de direction constante, et placé par hasard leur sonde thermo-électrique au voisinage du point signalé plus haut, dont la température est en effet invariable. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un tourniquet électrique*. Note de M. **E. Bichat**, présentée par M. Mascart.

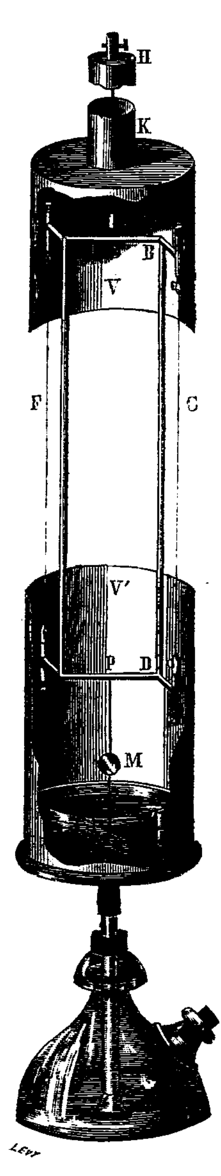
« Le tourniquet électrique, sous sa forme habituelle, ne peut servir qu'à mettre en évidence, d'une façon toute qualitative, le mode particulier de déperdition de l'électricité par les pointes et la réaction qui en est la conséquence. Il n'est point comparable à lui-même, car les pointes s'altèrent avec le temps sous l'action des aigrettes qui s'en échappent; il est impossible, d'un autre côté, de fabriquer des pointes identiques à un modèle donné et, par suite, d'obtenir deux instruments comparables entre eux.

» En remplaçant les pointes par des fils de faible diamètre, j'ai établi un tourniquet électrique que l'on peut toujours reproduire dans des conditions géométriques parfaitement déterminées. Il se compose d'un cadre rectangulaire ABCD de $0^m,35$ de longueur et de $0^m,08$ de largeur formé par des tubes creux de $0^{cm},25$ de diamètre. Parallèlement aux grands côtés AC et BD du rectangle, on dispose deux fils métalliques très fins F et G dont les extrémités sont saisies par deux couples de pinces supportées par des tiges de $0^m,02$ de longueur perpendiculaires au plan du rectangle. L'un des fils est de l'un des côtés de ce plan; le second est de l'autre côté. Le système est suspendu à l'extrémité d'un fil de torsion en maillechort de $0^m,86$ de longueur et de $0^{cm},02$ de diamètre, soutenu à l'extrémité supérieure par une pince H fixée elle-même à un support isolant. A la partie inférieure, en P, cet équipage mobile supporte une tige PM à laquelle sont fixées deux lames de mica plongeant dans l'acide sulfurique contenu dans un vase isolé et destinées à amortir les oscillations. Un miroir M collé sur cette tige permet d'observer la rotation de l'appareil par la méthode de réflexion. Enfin l'ensemble ainsi constitué est disposé au centre d'un grand cylindre en tôle de $1^m,40$ de diamètre, communiquant avec le sol; ce cylindre n'est point représenté sur la figure.

» Pour éviter les perturbations provenant de ce que les aigrettes peuvent s'échapper, soit du fil de suspension, soit des pinces qui servent à tendre les fils F et G, on a entouré le fil de suspension d'un cylindre métallique HK terminé par un cylindre plus large V qui recouvre toute la partie supérieure du tourniquet. De même, la partie inférieure du cadre est renfermée dans l'intérieur d'un cylindre métallique V' reposant sur le support

isolant qui soutient le vase à acide sulfurique. Ces cylindres sont d'ailleurs reliés électriquement au tourniquet proprement dit.

» A chaque instant, on pouvait déterminer, en valeur absolue, le poten-



tiel du tourniquet, en le reliant à l'électromètre absolu, imaginé par M. Blondlot et moi, et qui a été récemment décrit (¹).

(¹) *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. V, p. 457.

» Au moyen de l'appareil ainsi disposé, on constate aisément les faits suivants :

» Chargé à de faibles potentiels, le tourniquet reste absolument immobile; il ne commence à se mettre en mouvement que quand le potentiel atteint une valeur parfaitement déterminée, dite *potentiel de départ*.

» Le potentiel de départ est toujours plus élevé quand le tourniquet est électrisé positivement que quand il est électrisé négativement. Pour des fils de platine de $0^{cm},00501$ de diamètre, il a pour valeur moyenne 69,1 (C.G.S.) dans le premier cas et 63,2 dans le second.

» Pour des fils de métaux différents, mais de même diamètre, le potentiel de départ a sensiblement la même valeur, quel que soit le métal, si l'électrisation est positive. Quand l'électrisation est négative, et si le fil est bien propre, on constate, surtout dans le cas du fer, du nickel et de l'aluminium, des variations irrégulières. Cependant, le potentiel de départ, même pour l'électrisation négative, tend, avec le temps, vers la valeur que l'on observe avec l'or et le platine, métaux difficilement altérables dans les conditions de l'expérience.

» Cette sorte de dissymétrie, que l'on observe pour les deux espèces d'électrisations, pourrait trouver son explication dans l'hypothèse émise par Maxwell, de l'existence d'une différence électrique entre les métaux et l'air en contact.

» Pour un métal donné, le potentiel de départ diminue quand le diamètre du fil diminue lui-même. Les conditions de l'expérience sont trop complexes pour qu'on puisse espérer trouver une relation entre le diamètre du fil et la valeur du potentiel de départ.

» En modifiant légèrement la disposition du tourniquet, on peut aisément faire varier la température des fils; il suffit, pour cela, de les placer sur le circuit d'une pile isolée. On constate ainsi que la valeur du potentiel de départ, qui est 69,7 à la température de 14° pour l'électrisation positive, n'est plus que 4,3 à la température du rouge blanc; il diminue donc très rapidement à mesure que la température s'élève. De plus, la différence constatée entre les potentiels de départ, suivant que l'électrisation est positive ou négative, disparaît une fois que le fil est porté au rouge. Aux températures les plus élevées que puissent supporter les fils de platine sans fondre, la déperdition de l'électricité par convection, qui est la cause du mouvement du tourniquet, se produit pour une valeur très petite du potentiel.

» Or M. Becquerel a découvert [1] que le courant d'une pile, même

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXIV; 1853.

d'un seul élément, passe à travers l'air porté à la température du rouge. M. Blondlot a montré ([1]) que ce passage ne se fait pas suivant la loi d'Ohm. Il a été conduit à penser que la transmission de l'électricité par les gaz chauds se fait, au moins en partie, par le mécanisme de la convection. Les expériences du tourniquet à haute température apportent un argument en faveur de cette hypothèse, puisqu'elles prouvent que la convection se fait d'autant plus facilement que la température est plus élevée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Application de l'électromètre a l'étude des réactions chimiques. Exemple de l'acide sulfurique et du sulfate de potasse.* Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Les calculs que j'ai présentés dans ma dernière Communication ([2]) résolvent en principe le problème de l'application de l'électromètre à l'étude des réactions chimiques. Puisqu'on sait calculer la conductibilité x d'un mélange, dans l'hypothèse où il n'y a pas d'action chimique, on n'aura qu'à comparer x à la conductibilité mesurée C. S'il y a désaccord, même très léger, c'est le signe certain d'une réaction dont l'intensité est, d'ailleurs, grossièrement proportionnelle à la différence $C - x$.

» Soit, par exemple, un mélange à équivalents égaux $m = 0,1$ de sulfate de potasse et d'acide sulfurique. La température étant de $24°,65$, on sait qu'une molécule d'acide sulfurique équivaut, au point de vue des mélanges, à $3^{\text{mol}},258$ d'un sel neutre; par conséquent, la concentration du mélange, dans l'hypothèse d'une action chimique nulle, doit être prise égale à

$$0,1 \frac{1 + 3,258}{2} = 0,2129.$$

Prenant pour unité la conductibilité du sulfate de potasse à $0^{\text{éq}},1$, on trouve, pour les conductibilités a et b du sulfate et de l'acide à $0^{\text{éq}},2129$, les valeurs

$$a = 1,9756,$$
$$b = 1,5358,$$

([1]) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 283.

([2]) *Voir* page 1699 de ce Volume.

et, pour la conductibilité du mélange,

$$x = \frac{1,9756 + 3,258.1,5358}{1 + 3,258} = 1,6391.$$

L'expérience directe donne (¹)

$$C = 1,4061.$$

» La différence $x - C$ est positive; la réaction a donc lieu dans un sens tel que le nombre des molécules électrolytiques diminue. On sait, en effet, que la liqueur renferme y équivalents de bisulfate de potasse, résultant de l'union de y équivalents de sulfate neutre et de y équivalents d'acide sulfurique; $(1 + 3,258)y$ molécules électrolytiques ont été remplacées par y molécules seulement.

» *Effet de la dilution.* — Sans chercher tout d'abord à déterminer une valeur numérique de y, prenons pour point de départ le mélange précédent ($m = 0^{éq},1$), et étendons progressivement la liqueur jusqu'aux dilutions extrêmes. Le Tableau suivant donne les variations de la résistance moléculaire brute ρ, en prenant pour unité la résistance moléculaire du mélange pour $m = 1$:

	ρ		
m.	observé.	calculé.	Différence.
0,10	0,7027	0,7027	0,0000
0,05	0,6321	0,6308	−0,0013
0,02	0,5561	0,5581	+0,0020
0,01	0,5159	0,5161	+0,0002
0,005	0,4853	0,4827	−0,0026
0,002	0,4588	0,4489	−0,0099

» Les valeurs calculées ont été obtenues par la formule

$$(1)\qquad \rho = 0,3544\left(1 + 1,822\, m^{\frac{1}{3}}\right).$$

La même forme de fonction qui représentait la variation de la résistance moléculaire d'un sel normal ou anormal ou d'un acide convient, dans le cas actuel, à peu près avec le même degré d'exactitude.

(¹) La moyenne μ des conductibilités du sulfate et de l'acide est 1,6073. La valeur de ε est positive et trop considérable pour qu'il soit permis de négliger les effets de dilution.

» 1° La limite 0,3544 de la résistance moléculaire pour une dilution infinie coïncide *rigoureusement* avec la valeur calculée pour le mélange à équivalents égaux de sulfate neutre et d'acide sulfurique, en supposant nulle l'action chimique. *A la limite, le bisulfate de potasse est donc entièrement détruit par la dilution.*

» 2° La résistance moléculaire du bisulfate de potasse variant évidemment, d'après la même loi que celle des autres sels normaux ou anormaux, c'est-à-dire proportionnellement à un facteur $1 + Km^{\frac{1}{3}}$, la proportion y du bisulfate dans le mélange peut être représentée, au degré d'approximation de toutes ces formules [1], par

$$y = Ym^{\frac{1}{3}}. \qquad (2)$$

Cette proportion varie donc très lentement avec la dilution. Soit y_1 la valeur de y pour $m = 0,1$, on aura, pour des dilutions croissantes, les valeurs suivantes de y :

m.	y.
0,1	y_1
0,01	$0,4642 y_1$
0,001	$0,2155 y_1$

» 3° La dissociation progressive du bisulfate de potasse se manifeste par la valeur considérable du coefficient de $m^{\frac{1}{3}}$ dans la formule (1) de la résistance moléculaire. N'est-il pas permis d'admettre que, dans le cas des sels anormaux et des acides, les grandes variations de la conductibilité moléculaire tiennent aussi à la dissociation progressive de molécules électrolytiques complexes, effectuée d'après la loi (2) du bisulfate de potasse? L'effet de cette dissociation se superpose, sans en modifier la loi, à la variation purement physique de la conductibilité moléculaire observée dans les sels qui sont normaux pour toutes les dilutions, les sels neutres de potasse, par exemple.

» Dans une prochaine Communication, je montrerai comment on peut obtenir la valeur approchée de y, et la variation de cette quantité, soit avec la température, soit avec l'excès de l'un ou l'autre des corps réagissants. »

---

[1] C'est-à-dire en négligeant les puissances supérieures de $m^{\frac{1}{3}}$.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau régulateur de lumière électrique.* Note de M. **Létang**, présentée par M. Lippmann.

« Le but poursuivi dans la construction de ce régulateur est d'obtenir un réglage très sensible au moyen d'un mécanisme simple et dépourvu de tout organe délicat.

» Le moyen employé pour arriver à ce résultat est fondé sur l'emploi d'un mécanisme analogue à celui d'une sonnerie trembleuse ordinaire.

» Un électro-aimant, attirant une armature, est excité par un courant dérivé entre les deux charbons de la lampe. Il résulte de là que, en tendant convenablement un ressort qui contre-balance l'action de cet électro-aimant, l'armature n'est attirée que lorsque la puissance de l'électro-aimant atteint une certaine valeur, ce qui a lieu toutes les fois que l'arc dépasse une longueur déterminée.

» En se déplaçant, l'armature rompt le circuit traversé par le courant qui excite l'électro-aimant. Rappelée alors en arrière par le ressort antagoniste, elle rétablit de nouveau le circuit; une nouvelle attraction a lieu, suivie d'une nouvelle rupture du courant, et ainsi de suite. L'armature se trouve, par ce fait, animée d'un mouvement vibratoire qu'elle communique à un marteau qui lui est fixé. Les chocs de ce marteau sont utilisés pour produire des desserrages, très courts, d'un frein qui maintenait les charbons à une petite distance l'un de l'autre, après les avoir séparés pour former l'arc, et qui les laisse alors se rapprocher d'une façon lente et régulière.

» Ce dispositif ne nécessite donc aucun ajustage de précision et donne cependant des résultats remarquables, tels que les suivants :

» 1° La fixité de la lumière est très grande;

» 2° On obtient un bon fonctionnement avec des intensités plus faibles que celles qui ont été employées jusqu'à ce jour;

» 3° L'appareil fonctionne indifféremment en dérivation ou en série;

» 4° Grâce à l'emploi d'arcs voltaïques très courts, condition qui empêche dans une large mesure le refroidissement des pointes de charbon, le rapport qui existe entre l'intensité lumineuse et l'énergie électrique absorbée ne décroît que lentement à mesure que l'intensité du courant qui traverse l'arc diminue.

» L'appareil fonctionnant en dérivation, par exemple, on obtient une

lumière équivalente à environ 12 carcels avec une intensité de 3 ampères et une force électromotrice de 50 volts. Le travail électrique absorbé est donc, dans ce cas, de $12^{\text{watts}},5$ ou $1^{\text{kgm}},27$ par carcel ou $1^{\text{watt}},56$ par bougie.

» Le rendement lumineux s'élève quand l'appareil fonctionne en série, principalement à cause de la suppression des résistances passives que l'on est obligé d'intercaler dans le circuit des appareils fonctionnant en dérivation. Avec un courant dont les constantes sont 3 ampères et 32 volts, nous obtenons, dans ce second cas, une intensité lumineuse d'environ 14 carcels, soit $9^{\text{watts}},1$ ou $0^{\text{kgm}},92$ par carcel, ou encore $1^{\text{watt}},13$ par bougie, chiffres qui ne sont pas très éloignés de ceux qui représentent les rendements lumineux des arcs de grande puissance.

» Ce régulateur peut naturellement fonctionner avec des intensités supérieures et quelconques, mais il est intéressant surtout au point de vue du fractionnement économique de l'arc électrique en petits foyers au moyen d'un mécanisme simple et robuste ([1]). »

CHIMIE. — *Recherches sur quelques sulfites*. Note de M. **P.-J. Hartog**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Préparations*. — En faisant passer un courant d'acide sulfureux à refus dans de l'eau dans laquelle on a préalablement délayé de la magnésie blanche, on obtient une dissolution, dont on peut retirer le sulfite de magnésie sous deux états différents, cristallisé soit avec $6^{\text{éq}}$, soit avec $3^{\text{éq}}$ d'eau.

» 1. $MgSO^3, 6H^2O$. — Ce composé s'obtient en évaporant la dissolution ci-dessus dans le vide à une température au-dessous de 100° et en la laissant refroidir. Il a été décrit par Rammelsberg et Marignac. Pour ce sel, j'ai trouvé par titrage avec de l'iode :

			Théorie.
SO^2	30,05	30,28	30,24

» 2. $MgSO^3, 3H^2O$. — Muspratt dit avoir préparé ce sel en faisant cristalliser la dissolution ci-dessus mentionnée sur de l'acide sulfurique; on en a depuis nié l'existence. Je l'obtiens facilement en petits cristaux par l'évaporation de cette dissolution dans le bain d'huile à haute température.

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

» Il faut y ajouter quelques fragments de pierre ponce ou de verre, sans lesquels les cristaux forment une croûte très dure sur les parois du vase. On filtre rapidement dans un entonnoir à filtration chaude, on lave avec de l'eau azotée, et l'on dessèche en comprimant à la presse entre du papier filtre et en laissant une heure sous une cloche à vide. J'ai trouvé :

			Théorie $MgSO^3, 3H^2O$.
SO^2	40,09	40,37	40,46

3. $MgSO^3$. — J'ai obtenu le sulfite anhydre en chauffant le sel hexahydraté jusqu'à 170° dans un courant d'hydrogène sec. Il est impossible de le déshydrater avec un courant d'acide sulfureux sec.

» J'ai trouvé :

			Théorie $12H^2O$.
Perte d'eau......	50,63	50,78	50,94

» *Chaleur de formation.* — J'ai dissous ces sulfites dans de l'acide chlorhydrique à ($1^{éq} = 4^{lit}$), de façon qu'il y eût $0,778 H^2Cl^2$ pour $MgSO^3$.

» J'ai trouvé comme chaleurs de dissolution

$MgSO^3, 6H^2O$ (17^{gr}) en HCl, $1^{éq} = 4^{lit}$, (500^{cc}) vers 19°...	− 5,632
$MgSO^3, 3H^2O$ ($12^{gr},8$) en HCl, $1^{éq} = 4^{lit}$, (500^{cc}) vers 17°,5.	+ 1,170
$MgSO^3$, ($8^{gr},1$) en HCl, $1^{éq} = 4^{lit}$, (500^{cc}) vers 12°...	+16,884

» D'autre part, j'ai trouvé pour la réaction

$$0,778\,MgCl^2, 6H^2O + 0,222\,MgSO^3, 6H^2O + 0,778\,H^2SO^3 \text{ diss.} \ldots \quad +0,84$$

» On peut déduire de ces données la chaleur de formation des sels en question :

$Mg + S$ sol. $+ O^3 = MgSO^3$	+222,92
$MgSO^3 + 3H^2O$ sol. $= MgSO^3, 3H^2O$ sol....	+ 11,40
$MgSO^3 + 6H^2O$ sol. $= MgSO^3, 6H^2O$ sol....	+ 13,88

» II. *Sulfite d'ammoniaque* $(AzH^4)^2SO^3, H^2O$. — J'ai réussi à dessécher ce corps sans l'oxyder, en me servant de kaolin d'après la méthode employée par M. Recoura pour les chlorures de chrome. Le sulfite d'ammoniaque possède la propriété singulière de s'oxyder à l'air beaucoup plus rapidement quand il est sec que quand il est humide, propriété qui empêche absolument de l'obtenir pur et sec par les méthodes ordinaires.

» J'ai trouvé :

		Théorie.
AzH^3	25,22	25,42

» Pour sa chaleur de dissolution, je trouve $-4^{Cal},34$ vers 13°. M. de Forcrand a trouvé $-5^{Cal},36$ pour des cristaux ayant la composition $(AzH^4)^2SO^3, H^2O + \frac{1}{3}H^2O$ (¹).

» Ce composé semblerait donc être un hydrate défini, plus stable et moins oxydable que l'hydrate à $1^{éq}$, puisqu'il a une chaleur de formation plus grande de $1^{Cal},02$.

» M. de Forcrand a obtenu le sulfite d'ammoniaque anhydre en chauffant le sel hydraté dans un courant d'hydrogène ; il se forme aussi quand on évapore sa dissolution à chaud, mais je ne l'ai pas obtenu ainsi sans sulfate.

» III. *Sulfite ammoniaco-magnésien* $(AzH^4)^2SO^3, 3MgSO^3 18H^2O$. — Ce sel a été décrit par Marignac et Rammelsberg. Pour le préparer, on neutralise avec de l'ammoniaque la dissolution du sulfite de magnésie dans un excès d'acide sulfureux; il se forme un précipité que l'on dissout en faisant de nouveau passer un courant d'acide sulfureux dans la dissolution. On évapore au bain-marie dans le vide, jusqu'à la formation d'un précipité blanc qui est constitué par un mélange de sulfite d'ammoniaque et de magnésie, on filtre et l'on fait cristalliser. Il faut laver les cristaux avec de l'eau azotée et les dessécher rapidement pour les avoir tout à fait exempts de sulfate.

» J'ai trouvé :

	I.	II.	III.	Théorie.
SO^2	33,85	33,86	33,99	34,05
$(AzH^4)^2O$	»	6,83	6,86	6,93
MgO	15,72	15,79	15,85	15,95
H^2O	»	»	»	43,07

» On peut obtenir ce sel avec $6^{éq}$ d'eau, en le chauffant à une température de 115° à 120° dans un courant d'azote sec. Au-dessus de 125°, il se décompose; il n'est pas possible de l'obtenir anhydre.

» J'ai trouvé :

			Théorie pour $12H^2O$.
Perte d'eau	28,83	28,94	28,74

(¹) *Comptes rendus*, t. C, p. 244.

» Pour déterminer la chaleur de formation des sels à $18^{éq}$ et à $6^{éq}$ d'eau, j'ai fait les expériences suivantes :

Dissolution de $(AzH^4)^2SO^3, MgSO^3, 18H^2O$ (20^{gr}) dans HCl, $1^{éq} = 4^{lit}$(500^{cc}).	$-22,28$
Dissolution de $(AzH^4)^2SO^3, MgSO^3, 6H^2O$ ($14^{gr},6$) dans HCl, $1^{éq} = 4^{lit}$(500^{cc}).	$+8,86$
Dissolution de $(AzH^4)^2SO^3, H^2O$ ($3^{gr},567$) dans HCl ($1^{éq} = 4^{lit}$)..........	$-7,46$
Dissolution de $MgSO^3, 6H^2O$ (17^{gr}) dans la dissolution précédente.........	$-19,73$

» On peut en conclure les valeurs thermiques suivantes : »

$3MgSO^3, 6H^2O + (AzH^4)^2SO^3$	
$= 3MgSO^3, (AzH^4)^2SO^3, 18H^2O$ absorbe.............	$-2,11$
$3MgSO^3 + (AzH^4)^2SO^3 + 18H^2O$ sol.	
$= 3MgSO^3, (AzH^4)^2SO^3, 18H^2O$ dégage...............	$+39,48$
$3MgSO^3 + (AzH^4)^2SO^3 + 6H^2O$ sol.	
$= 3MgSO^3(AzH^4)^2SO^3, 6H^2O$ dégage................	$+26,18$

» On voit, d'après ces données, que le sulfite double d'ammoniaque et de magnésie se forme avec un dégagement de chaleur considérable, ce qui vient à l'appui de l'idée émise par M. Berthelot (¹) de l'existence de bases ammoniaco-magnésiennes qui se combinent avec les acides avec un dégagement de chaleur plus grand que les bases séparées (²). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les manganites de potasse*. Note de M. **G. Rousseau**, présentée par M. Troost.

« J'ai signalé précédemment la formation d'un manganite de potasse quand on calcine le permanganate à 240°. Cette méthode ne se prête pas à l'étude des variations de l'état moléculaire de l'acide manganeux combiné à la potasse, sous l'action d'une température progressivement croissante. J'ai dû, par suite, recourir à la dissociation du manganate de potasse en présence d'un fondant alcalin.

» On a introduit 3^{gr} de MnO^3,KO dans 15^{gr} de KCl, maintenu en fusion, dans un creuset de platine couvert, à l'aide d'une lampe Bunsen. En douze heures, la décomposition est presque achevée; toute la masse s'est transportée vers le haut du creuset sous la forme d'un anneau. L'eau

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 844.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, que je prie de vouloir bien agréer tous mes remerciements.

bouillante en sépare des lamelles noires, éclatantes, dont la composition correspond à celle d'un heptamanganite $7MnO^2,KO$:

	Trouvé					Calculé.
	1.	2.	3.	4.	5.	
Mn..........	54,46	54,35	54,40	54,48	54,96	54,76
KO..........	»	»	»	13,06	»	13,40

» Le produit de la calcination du permanganate de potasse présente une composition identique; d'où il résulte que, entre 240° et 800°, le poids moléculaire du manganite ne varie pas.

» A la température de la fusion du cuivre, l'acide manganeux subit une polymérisation nouvelle. Les cristaux recueillis après six heures de chauffe renferment 57,02 et 57,09 de Mn, nombres qui concordent avec la formule d'un décamanganite $10MnO^2,KO$ (la théorie indique 57,05).

» Au rouge orange, en employant encore le chlorure de potassium comme fondant, les cristaux renfermaient 60,36 et 61,82 de Mn. Ces nombres indiquent un état de condensation très avancé. Attribuant tout d'abord ce phénomène à l'action de la vapeur d'eau sur le manganate entraîné vers le haut du creuset par la volatilisation du chlorure, j'ai eu recours à un fondant plus fixe, tel que le sulfate de potasse. Dans ces conditions, j'ai reconnu que la décomposition du manganate est nulle quand on fait usage d'un creuset découvert. Aux températures élevées, l'action chimique correspondant à la régénération du manganate depuis le manganite et l'oxygène atmosphérique l'emporte sur l'énergie calorifique tendant à réaliser la dissociation inverse du manganate, — phénomène sur lequel j'ai insisté autrefois à propos des manganates de baryte, de strontiane et de soude. On parvient à limiter cette réoxydation en maintenant le creuset aussi hermétiquement clos que possible; il se forme alors, à la partie supérieure du bain, un anneau de cristaux noirs, à reflets mordorés, formés d'oxydule Mn^3O^4 associé à une petite quantité de manganite alcalin :

Rouge-orange.			Rouge blanc.	Théorie
2h.	3h.		1h.	pour Mn^3O^4.
69,46	71,65	71,59	70,68	72,05

» On voit donc que le manganite de potasse se polymérise graduellement avec la température, puis tend vers une limite correspondant à sa transformation intégrale en Mn^3O^4; c'est une marche inverse de celle des

manganites alcalino-terreux dont la molécule se simplifie à mesure que la température s'élève, jusqu'à atteindre les types MnO^2, RO et $MnO^2, 2RO$. Ce phénomène de condensation progressive s'accomplit d'après un mécanisme semblable à celui qui préside aux décompositions pyrogénées des hydrocarbures; on sait, depuis les travaux de M. Berthelot, que ces composés, portés à la température où ils éprouvent un commencement de décomposition, se transforment en carbures plus condensés avec perte d'hydrogène. Vers 1000°, le manganite éprouve une désagrégation partielle, et se transforme en produits plus complexes par suite de la tendance de l'acide manganeux à s'accumuler dans la molécule à la façon du carbone. Mais l'énergie chimique de cet acide diminue à mesure que son équivalent s'élève, tandis que la dissociation croît régulièrement avec la température, de sorte qu'à partir d'environ 1300° il ne peut plus exister d'équilibre permanent entre ces deux forces; le manganite se résout alors en ses éléments, et le bioxyde de manganèse devenu libre se transforme aussitôt en oxyde salin.

» Si l'on fait intervenir la vapeur d'eau, l'énergie auxiliaire fournie par l'hydratation de KO devra faciliter la destruction du manganate de potasse. J'ai reconnu que cette décomposition s'accomplit en deux temps : il y a d'abord formation d'un manganite dont la condensation croît avec la température, puis celui-ci se dissocie à son tour en Mn^3O^4 et KHO^2.

» Le manganate était placé, sans fondant, dans une nacelle de platine, chauffée dans un tube traversé par un courant de vapeur d'eau. Au rouge sombre, on a obtenu des aiguilles de $7MnO^2, KO$. A une température un peu plus élevée, la composition du produit correspond à $8MnO^2, KO$.

» Vers 800°, il se forme un décamanganite $10MnO^2, KO$. Le produit qu'on recueille après deux heures de chauffe à 1000°, avant la décomposition totale du manganate, renferme 57,91Mn, nombre qui concorde exactement avec la formule $12MnO^2, KO$. En continuant l'opération pendant une heure, de façon à atteindre la destruction complète du manganate, la proportion du manganèse s'élève à 60 pour 100; mais la surface du contenu de la nacelle s'est colorée en rouge brun, par suite d'une métamorphose partielle en Mn^3O^4. Après une quatrième heure de chauffe, cette coloration rougeâtre s'est propagée dans toute la masse, qui renferme alors 70,69Mn, ce qui correspond à une transformation à peu près complète en oxyde salin. Enfin, au rouge-orange, il suffit de faire passer le courant de vapeur d'eau pendant une demi-heure pour transformer intégralement le manganate en oxydule.

» En résumé, la décomposition du manganate de potasse par la chaleur parcourt une série d'états successifs qui se reproduisent dans un ordre invariable, en l'absence ou en la présence de la vapeur d'eau. L'effet thermique, dû à la combinaison de l'eau avec la potasse anhydre, abaisse la température correspondant à chacun de ces états, et l'élimination continue de l'oxygène, en s'opposant à la régénération partielle du manganate, accélère la marche du phénomène ([1]). »

CHIMIE. — *Sur la dissociation de l'acide oxalique hydraté.* Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« 1. L'acide oxalique cristallise, comme on sait, avec $4^{éq}$ d'eau. L'hydrate $C^4H^2O^8, 2H^2O^2$ s'effleurit à une douce chaleur. Voici comment s'effectue sa dissociation progressive à la température de $+45°$:

		Tension en millimètres de mercure.
		mm
Acide oxalique cristallisé	$C^4H^2O^8 + 4$ HO	10,6
» » effleuri	$C^4H^2O^8 + 2,90$ HO	10,6
» » très effleuri	$C^4H^2O^8 + 0,11$ HO	10,6

» Ainsi l'acide oxalique hydraté renferme toute son eau en un seul bloc. Il se déshydrate en donnant directement l'acide anhydre, sans engendrer d'hydrate intermédiaire.

» 2. Dans l'air humide non seulement le produit effleuri reprend ses $4^{éq}$ d'eau, mais, quand la température est basse, il absorbe ensuite la vapeur aqueuse d'une façon lente, mais continue. Il présente alors des tensions nouvelles, on a trouvé à $+5°$:

	Tension en millimètres de mercure.
	mm
$C^4H^2O^8 + 3,85$ HO inférieure à	1
$C^4H^2O^8 + 4,25$ HO	5,7
$C^4H^2O^8 + 4,60$ HO	5,5
$C^4H^2O^8 + 4,82$ HO parfaitement sec	5,5

([1]) Ce travail a été fait au Laboratoire d'enseignement et de recherches de la Sorbonne.

» L'expérience n'a point été poursuivie. Elle avait duré deux mois.

» Ces résultats ne peuvent être interprétés que par l'existence d'un hydrate contenant plus de 4^{éq} d'eau.

» 3. La tension de dissociation de ces hydrates varie à peu près comme il suit, en fonction de la température :

	$C^4H^2O^8, 2H^2O^2$.	$C^4H^2O^8, (2+x)H^2O^2$.
0	mm	mm
5	»	5,7
10	»	8,6
20 environ	1,3	»
30	2,8	»
40	7,1	»
67	44,5	»
78,6	84,0	»

» A 100° le phénomène se complique par suite de la décomposition même de la molécule de l'acide oxalique. La tension croît d'une façon continue et, dans une expérience, atteignait 980^{mm} au bout de vingt-quatre heures.

» 4. L'emploi de l'acide oxalique comme point de départ de l'alcalimétrie a été proposé par Mohr en 1852. Cet auteur et beaucoup de chimistes pensent que ce produit abandonné à l'air libre renferme toujours exactement 2^{mol} d'eau. J'ai constaté qu'il n'en est pas toujours ainsi et avant moi MM. Erdmann, Vinkler, Hampe et d'autres ont remarqué que l'acide cristallisé renferme souvent plus d'eau que ne le veut la théorie.

» L'usage de l'acide oxalique anhydre, proposé comme plus exact, n'est point pratique. Je préfère placer la provision d'acide oxalique cristallisé sous une cloche sur de l'acide sulfurique à 53°B. A la température ordinaire, cette substance ne s'effleurit pas, mais perd seulement l'eau surnuméraire. Elle présente alors une composition absolument constante. »

CHIMIE. — *Sur les résidus que l'on extrait des aciers et des zincs par l'action des acides*. Note de MM. **Osmond** et **Werth**, présentée par M. Troost.

« M. H. Debray a publié récemment deux Notes *Sur les produits de l'altération par les acides des alliages de l'étain avec les métaux de la mine du platine* (*Comptes rendus*, séances des 6 et 13 juin 1887) et rappelé à ce

propos que Faraday et Stodart avaient extrait d'aciers contenant du platine des résidus analogues.

» Nous avons eu nous-mêmes l'occasion d'examiner, au cours de nos recherches sur la structure et la constitution de l'acier, les résidus laissés par des aciers ordinaires, et nous demandons à l'Académie la permission de lui présenter quelques résultats d'expériences qui empruntent leur intérêt aux Communications de M. Debray.

» En attaquant l'acier *recuit* par l'acide chlorhydrique étendu au pôle positif d'un élément Bunsen, nous avons isolé un squelette formé de paillettes graphitoïdes et que nous avons appelé *ciment* de l'acier : ces paillettes sont essentiellement composées de fer et de carbone; mais elles contiennent aussi de l'eau dont la proportion varie avec les conditions de l'expérience et, généralement, de l'oxygène en excès, la somme des éléments dosés restant presque toujours un peu inférieure à 100. Pour l'acier trempé, le résidu, pauvre en fer, ne contient que peu de paillettes.

» Voici quelques exemples d'analyses, les impuretés (phosphore et manganèse) étant comptées comme fer :

Composition des résidus après lavages à l'eau, à l'alcool et à l'éther, et dessiccation dans le vide sec.

	Acier contenant 0,49 pour 100 de carbone		
	brut de coulée.	forgé.	trempé.
Fer	87,31	78,40	52,50
Carbone	6,78	12,00	18,90
Eau	3,32	8,40	26,07
Total	97,41	98,80	97,47

» Ces résidus ont évidemment subi un commencement d'attaque, puisqu'ils renferment de l'eau et de l'oxygène. Comme ceux qui ont été étudiés par M. Debray, ils font explosion quand on essaye de les sécher au bain d'air chaud, surtout s'ils proviennent d'acier trempé; aussi avons-nous dû les dessécher dans le vide; et, même dans ces conditions, nous avons eu assez fréquemment des combustions spontanées, vives ou lentes.

» On voit que les aciers au platine ne fournissent pas seuls, comme Faraday l'avait d'ailleurs observé, des résidus explosifs. Seulement, le platine détermine dans la masse attaquée des éléments de pile qui accélèrent la dissolution du fer libre; si bien que l'attaque d'un acier au platine par l'acide chlorhydrique étendu est tout à fait comparable à celle d'un acier sans platine par le même acide avec le secours d'une pile auxi-

liaire. Le carbure de fer interposé est, dans les deux cas, soustrait à l'attaque complète.

» La méthode électrolytique, proposée d'abord par Weyl pour le dosage du carbone dans les fontes, paraît être un bon moyen général de fractionner l'action des acides sur les composés inégalement attaquables que peut renfermer un alliage.

» Nous l'avons également appliquée à un zinc impur et extrait, par l'action de l'acide chlorhydrique étendu de 20 volumes d'eau, des résidus dont la composition est donnée dans le Tableau ci-dessous :

	Zinc coulé	
	froid.	chaud.
Résidu pour 100 du métal........	1,63	1,19
Composition des résidus.		
Étain..........................	30,07	5,64
Plomb..........................	52,16	78,40
Fer............................	2,10	3,15
Cuivre.........................	0,30	0,25
Zinc...........................	14,85	12,04
Total.............	99,48	99,48

» Le zinc essayé contenait pour 100 :

Étain..........................	0,28	0,075
Plomb..........................	1,05	1,17

» Ces résidus paraissent répondre aux formules respectives PbZnSn et Pb^2Zn, si l'on néglige les éléments qui s'y trouvent en moindres proportions; ils ne contiennent pas d'eau et ne sont pas explosifs; mais ils ont l'aspect graphitoïde de ceux de Faraday et de M. Debray.

» Cette apparence doit être commune à tous les composés ou alliages qui restent liquides pendant quelque temps dans l'intérieur d'une masse métallique après la solidification du métal principal; la portion demeurée fluide se trouve moulée en paillettes dans les surfaces de contact des développements cristallins ou pseudo-cristallins du métal. Aussi les conditions du refroidissement peuvent-elles modifier la proportion, la composition et la forme des résidus que l'on isole d'un même alliage par le même réactif. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur diverses réactions des vanadates et leur emploi dans l'analyse chimique*. Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Debray.

« On a depuis longtemps appelé l'attention sur les analogies qui existent entre les combinaisons de l'acide vanadique et celles des acides arsénique et phosphorique. Récemment M. Ditte en a fait ressortir quelques-unes dans son étude sur les vanadates alcalins. Je demande la permission d'aborder le même sujet en étudiant les vanadates au point de vue de l'analyse quantitative (¹).

» La solubilité des *vanadates alcalins* les rend impropres aux dosages, comme le sont d'ailleurs les phosphates et les arséniates alcalins. Le *vanadate d'ammoniaque* seul a pu servir au dosage de l'acide vanadique, grâce à son insolubilité presque complète dans un liquide saturé de sel ammoniac et additionné d'alcool (Berzélius, Ditte). Mais cette réaction ne peut être utilisée que dans des cas très restreints : elle exige une très grande concentration des liqueurs et ne se prête, ni à la séparation des bases autres que les alcalis, ni à celle des acides et notamment des acides phosphorique et arsénique.

» Le dosage de l'acide vanadique en présence des sels alcalins et ammoniacaux peut se faire beaucoup plus aisément à l'état de *vanadate de baryte*, dans les conditions suivantes. Si la dissolution est acide, on la sature aussi exactement que possible par l'ammoniaque; elle conserve d'abord une coloration jaune qui devient même souvent plus intense qu'au début, mais elle se décolore rapidement à l'ébullition. On y verse alors une solution de chlorure de baryum, on agite et on laisse déposer le précipité blanc qui s'est formé. On vérifie qu'il ne se produit plus aucun trouble par une nouvelle addition de réactif et que l'odeur ammoniacale est très faible. On bouche la fiole et on fait refroidir rapidement. Tout l'acide vanadique se dépose à l'état de vanadate bibarytique, qui est reçu sur un filtre, lavé à

(¹) Je ne crois pas entreprendre sur le domaine que s'est réservé M. Ditte, en présentant à l'Académie les résultats de cette étude faite à un point de vue différent et dont j'avais d'ailleurs exposé les principaux traits, dans mes leçons à l'École des Mines, avant que M. Ditte eût commencé la publication de son travail.

l'eau froide, séché et calciné; il est alors d'un blanc légèrement jaunâtre et répond à la formule

$$VaO^5, 2BaO.$$

» Il contient, par conséquent, 37,372 pour 100 d'acide vanadique.

» La liqueur filtrée ne renferme plus trace de vanadium. On peut vérifier qu'elle ne prend aucune coloration brune par l'addition du sulfhydrate d'ammoniaque.

» Si, après la précipitation du vanadate de baryte, on entretient l'ébullition pendant quelques minutes, on voit le précipité se concentrer sous un moindre volume et s'attacher en grande partie aux parois de la fiole. Il devient alors difficile à recueillir et à peser; mais il se sépare du moins très aisément du liquide par décantation et nous verrons tout à l'heure que l'on peut profiter de cette circonstance.

» Les sels de *strontiane* ne donnent pas lieu à la même réaction que les sels de baryte. Ajoutés à la solution vanadique très légèrement ammoniacale, mais chargée de sel ammoniac, ils ne produisent aucun dépôt à chaud ou à froid (à la condition, bien entendu, que la liqueur ne contienne pas de carbonate et ne reste pas exposée au contact de l'air).

» On sait que les phosphates et les arséniates sont, au contraire, précipités par les sels de strontiane dans des conditions semblables. Cette différence d'action en présence des sels de strontiane peut donc servir à *séparer l'acide vanadique des acides phosphorique et arsénique*, qui l'accompagnent, comme on sait, très fréquemment dans la nature (vanadinite, descloizite, bauxite, minerais de fer, etc.).

» La même réaction pourrait être employée pour *séparer l'acide vanadique de l'acide molybdique ou de l'acide tungstique, au moins d'une manière approchée;* car les deux derniers sont aussi précipités à l'état de sels de strontiane par ébullition dans une liqueur faiblement ammoniacale et chargée de sel ammoniac; mais la précipitation n'est pas rigoureusement complète. Cette séparation n'a peut-être pas encore aujourd'hui grand intérêt pratique, parce que le molybdène, le tungstène et le vanadium ne se rencontrent presque jamais ensemble dans leurs gisements naturels; mais on pourra trouver utile, pour la science ou pour l'industrie, de les associer dans certains composés artificiels, et, dès lors, il sera avantageux de posséder une méthode analytique simple pour les évaluer séparément.

» Enfin, on peut fonder la *séparation de la baryte et de la strontiane* sur

la réaction si nettement différente, que je viens de signaler. Je me suis assuré, en effet, que l'ébullition d'une solution barytique avec un excès de vanadate soluble et de chlorhydrate d'ammoniaque ne laissait dans la liqueur aucune trace de baryte, reconnaissable par l'acide sulfurique, et que, d'autre part, le sel de strontiane n'était nullement entraîné dans la précipitation du sel barytique. On peut donc opérer de la façon suivante :

» La dissolution contenant la baryte et la strontiane est additionnée de sel ammoniac, si elle n'en contient pas déjà, puis saturée d'ammoniaque pure, exempte de carbonate. On y verse alors une solution étendue de vanadate d'ammoniaque et l'on fait bouillir quelques minutes. Le précipité de vanadate de baryte se forme aussitôt et se réduit à l'état de grains pesants, qui s'attachent à la fiole. On laisse refroidir à l'abri de l'air, puis on décante et lave à l'eau froide. Dans la liqueur, on précipite la strontiane par l'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque et l'on pèse, après calcination, le carbonate de strontiane. Quant au dépôt de sel barytique, il est redissous par l'acide chlorhydrique étendu, et l'on y dose la baryte à l'état de sulfate.

» Deux expériences faites sur des mélanges en proportions connues d'azotate de baryte et de chlorure de strontium m'ont fourni des résultats complètement exacts pour le dosage de chacune des bases.

» Si l'on avait à opérer souvent de semblables séparations, il pourrait y avoir intérêt à régénérer le vanadate d'ammoniaque, qui est un réactif assez cher. On y parviendrait aisément par l'évaporation des liqueurs ou bien en précipitant le vanadium sous l'une des formes que je me propose de faire connaître dans une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation en acide aspartique des acides maléique et fumarique par fixation directe d'ammoniaque.* Note de M. **Engel**, présentée par M. Friedel.

« On sait que M. Dessaignes, en chauffant à sec le malate, le maléate ou le fumarate acide d'ammoniaque vers 200°, a obtenu un corps insoluble dans l'eau, la fumarimide. Ce corps, lorsqu'on le fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique, donne l'acide aspartique inactif étudié avec tant de soin par M. Pasteur.

» Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 6 juin 1887), j'ai indiqué que certains corps non saturés sont susceptibles de fixer direc-

tement les éléments de l'ammoniaque pour donner des composés à fonction amine. Les acides maléique et fumarique se transforment directement par ce procédé en acide aspartique, sans qu'il soit nécessaire de passer par la fumarimide.

» Pour réaliser cette combinaison, il suffit de chauffer à 140-150° l'acide maléique ou l'acide fumarique avec un excès d'une solution alcoolique ou aqueuse d'ammoniaque. Après une vingtaine d'heures de chauffe, on évapore au bain-marie le contenu des tubes pour chasser l'excès d'ammoniaque. On reprend le résidu par une petite quantité d'eau et l'on ajoute à la solution un peu d'acide chlorhydrique. Au bout de quelques heures, il se forme sur les parois du vase une couche de cristaux blancs qu'on sépare; on ajoute aux eaux mères une nouvelle quantité d'acide chlorhydrique qui donne lieu à un nouveau dépôt de cristaux et l'on continue ainsi jusqu'à ce que l'acide chlorhydrique ne détermine plus de précipitation. On dissout la masse cristalline ainsi obtenue dans la plus petite quantité possible d'eau bouillante et l'on fait recristalliser par refroidissement. Ce composé, qu'il ait été préparé avec l'acide fumarique ou avec l'acide maléique, présente les mêmes caractères.

» Il ne perd pas d'eau à 100°. Il ne dégage pas d'ammoniaque, lorsqu'on le chauffe à 100° avec de la potasse.

» Calciné en présence de chaux sodée, il dégage de l'ammoniaque.

» Les nombres fournis par l'analyse conduisent à la formule $C^4H^7AzO^4$ de l'acide aspartique.

» Les cristaux obtenus en laissant refroidir sur une lame porte-objet de microscope une goutte d'une solution saturée à chaud de ce corps se présentent sous forme de prismes à base rhombe. Souvent ils affectent une forme allongée et ont alors l'aspect de pierres à aiguiser. Ces derniers cristaux se groupent fréquemment en étoiles.

» L'acide aspartique de l'asparagine, vu au microscope, se présente au contraire en tables rectangulaires très minces et tronquées sur les angles.

» L'acide aspartique obtenu par la fixation directe des éléments de l'ammoniaque sur les acides maléique et fumarique ne ressemble donc pas par la forme de ses cristaux à l'acide aspartique actif. Il se confond au contraire avec l'acide aspartique, obtenu par la méthode de Dessaignes, auquel je l'ai comparé et, comme lui, est sans action sur la lumière polarisée.

» La quantité d'acide aspartique inactif, obtenu en fixant les éléments de l'ammoniaque sur les acides maléique et fumarique, n'atteint qu'environ 30 à 35 pour 100 de la quantité théorique.

» En recherchant la cause de ce fait, j'ai observé : 1° qu'en chauffant à

140°-150° l'acide aspartique actif avec un excès d'une solution aqueuse d'ammoniaque et opérant comme il a été dit plus haut, on obtient de l'acide aspartique inactif et l'on n'en obtient qu'environ un tiers de l'acide aspartique actif mis en œuvre; 2° qu'en chauffant l'acide aspartique actif avec de l'eau à 140°-150°, il se transforme également en acide aspartique inactif. Mais, en même temps, le liquide qui tient cet acide en solution dégage de l'ammoniaque sous l'influence de la potasse, même à froid. Un sel ammoniacal s'est donc formé par une décomposition partielle de l'acide aspartique. Cette décomposition atteint de 60 à 70 pour 100 de l'acide aspartique employé lorsqu'on chauffe celui-ci avec de l'eau à 140°-150° pendant vingt heures.

» Cette décomposition a lieu vraisemblablement suivant l'équation

$$\begin{aligned} &COOH-CH^2-CHAzH^2-COOH + H^2O \\ &= AzH^3 + COOH-CH^2-CH^2OH-COOH. \end{aligned}$$

» En résumé, les acides maléique et fumarique fixent directement les éléments de l'ammoniaque et se transforment ainsi en acide aspartique inactif. Si la réaction n'est pas totale, cela tient à ce que l'acide aspartique est partiellement décomposé par l'eau à la température de 140°-150°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouveaux dérivés chlorés de l'anisol.* Note de M. **Louis Hugounenq**, présentée par M. Friedel.

« Quand on dirige à froid un courant de chlore dans de l'anisol $C^6H^5OCH^3$, additionné d'alcool absolu, molécule à molécule, le mélange se prend bientôt en une masse solide qu'on peut faire cristalliser dans l'alcool en longues aiguilles blanches, qui ont fourni à l'analyse les résultats suivants :

» Pour $0^{gr},5094$ de matière : $0^{gr},7347$ d'acide carbonique et $0^{gr},1141$ d'eau; pour $0^{gr},4059$ de matière : $0^{gr},8202$ de chlorure d'argent, ce qui, traduit en centièmes, donne :

	Trouvé.	Calculé pour $C^7H^5Cl^3O$.
C	39,33	39,71
H	2,48	2,36
Cl	49,98	50,35

» Ce corps est donc un anisol trichloré : il fond à 59°-60° et se sublime

très facilement, même à la température ordinaire; il se dissout dans l'alcool chaud qui l'abandonne facilement en longues aiguilles. L'éther, le chloroforme, la benzine, l'acide acétique cristallisable, le sulfure de carbone le dissolvent très bien à froid. Cet anisol trichloré bout sans altération à 240° sous la pression de $738^{mm},2$ (corrigée), le thermomètre plongeant entièrement dans la vapeur.

» La potasse alcoolique n'attaque pas ce composé à l'ébullition; le chlore est fixé sur le noyau aromatique, comme le mode de préparation permettait de le prévoir.

» Soumis à l'action du chlore à froid en présence de l'alcool absolu, l'anisol ne paraît donner qu'un seul dérivé trichloré, celui qu'on vient de décrire; si l'on opère à chaud et avec l'iode, on obtient, en employant des quantités convenables de chlore, un nouveau dérivé cristallisé en petites aiguilles groupées en mamelons fondant à 56°.

» Ce corps est un anisol trichloré différent du précédent : $0^{gr},4203$ de matière ont donné $0^{gr},8575$ de chlorure d'argent.

	Trouvé.	Calculé pour $C^7H^5Cl^3O$.
Cl..............	50,39	50,35

» En poursuivant l'étude des dérivés chlorés de l'anisol, j'ai obtenu plusieurs composés nouveaux : un terme dichloré, deux trichlorés, deux tétrachlorés; j'ai aussi déterminé la formation de tel ou tel isomère suivant que j'opérais avec ou sans alcool. Tous ces dérivés sont stables et volatils; à partir du troisième terme ils sont très bien cristallisés et facilement sublimables; j'en publierai bientôt la description complète.

» J'ai également étudié l'action des agents oxydants sur l'anisol : l'acide chlorochromique en solution chloroformique donne lieu à la formation d'un produit d'addition que l'eau décompose et qui est de tous points analogue au dérivé correspondant du toluène décrit par M. Etard.

» Je communiquerai à l'Académie les résultats de ces recherches sur la chloruration et l'oxydation de l'anisol, dont je me réserve l'étude (1). »

(1) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Cazeneuve, à la Faculté de Médecine de Lyon.

ZOOLOGIE. — *Observations sur le* Siphonostoma diplochætos *Otto*. Note de M. **Kunstler**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« M. Joyeux-Laffuie vient de publier, dans les *Comptes rendus*, une Note relative à un Annélide qu'il appelle le *Chlorème de Dujardin*. Cet animal doit porter le nom de *Siphonostoma Dujardini* ou mieux de *Siphonostoma diplochætos*, car il n'est nullement prouvé que la forme méditerranéenne soit spécifiquement distincte de celle des mers du Nord.

» Le *Siphonostoma diplochætos* Otto vit en commensal sur l'Oursin commun de la Manche, qui n'est pas le *Toxopneustes lividus*, comme le pense M. Joyeux-Laffuie, mais bien le *Psammechinus miliaris*. C'est dans ces conditions que le Siphonostome se trouve en abondance sur les côtes du Boulonnais, d'où proviennent les échantillons envoyés à la station zoologique d'Arcachon par M. le professeur Giard. Cette espèce avait d'ailleurs été l'objet, de la part de M. Jourdan, d'un travail monographique fort important, accompagné de quatre planches in-4° (¹). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la diffusion des gaz à travers les surfaces cutinisées* (²). Note de M. **L. Mangin**, présentée par M. P. Duchartre.

« On sait que les gaz échangés entre les tissus végétaux et le milieu extérieur peuvent pénétrer dans la plupart des plantes aériennes par deux voies différentes : 1° par diffusion à travers les surfaces cutinisées; 2° directement à travers l'ostiole des stomates. La perméabilité des surfaces cutinisées n'a pas encore été mesurée avec précision, et, par suite, on ignore, malgré les expériences, d'ailleurs incomplètes, de Boussingault (³), si, à la suite de l'occlusion des stomates, cette perméabilité est suffisante pour entretenir, dans les conditions normales, les différents échanges gazeux.

» Je me suis proposé de rechercher la part qui revient à chacune des deux voies d'introduction des gaz dans la plante, et la présente Note a

(¹) *Essai anatomique sur le* Siphonostoma diplochætos *Otto* (*Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille; Zoologie*, t. III, n° 2.)

(²) Ces recherches ont été entreprises au lycée Louis-le-Grand.

(³) *Sur les fonctions des feuilles* (*Annales de Chimie et de Physique*, mars 1868).

pour objet de faire connaître la méthode destinée à mesurer la perméabilité des surfaces cutinisées. L'appareil qui m'a servi se compose de deux cylindres munis de garnitures métalliques et placés bout à bout. Entre les deux cylindres, on peut maintenir, par pression, la membrane dont on veut mesurer la perméabilité. Chaque cylindre est muni de tubes abducteurs qui permettent d'y introduire des gaz de nature différente, et l'un d'eux présente, en outre, un manomètre à air libre et un thermomètre.

» Lorsqu'on veut mesurer la vitesse de perméabilité de l'oxygène, par exemple, on remplit le tube manométrique d'oxygène, après y avoir placé une nacelle en platine renfermant une dissolution de potasse caustique de volume connu, et l'on remplit l'autre tube d'acide carbonique. Ce dernier gaz étant absorbé au fur et à mesure de sa pénétration dans le tube manométrique, l'oxygène s'échappe de ce même tube par diffusion à travers la membrane et le manomètre accuse une dépression croissante dont la valeur permet, connaissant la capacité du tube, de calculer le volume d'oxygène diffusé dans un temps donné à travers la membrane.

» Si l'on supprime la nacelle renfermant la potasse caustique et que l'on introduise l'acide carbonique dans le tube à manomètre et l'oxygène de l'autre côté, ce dernier gaz étant moins diffusible que le premier, le manomètre accusera une dépression mesurant la différence de diffusibilité entre ces deux gaz; cette valeur, ajoutée à celle de l'expérience précédente, donnera la diffusibilité de l'acide carbonique. En substituant différents gaz à l'oxygène, on aura pour chacun d'eux le coefficient de diffusibilité.

» Les membranes employées sont constituées par l'épiderme cutinisé des tiges et des feuilles, l'assise pilifère des racines, etc. Pour isoler les surfaces cutinisées, j'ai dû renoncer à l'emploi de l'acide sulfurique concentré et de la potasse bouillante en solution étendue (2 à 4 pour 100). L'acide sulfurique a l'inconvénient de désagréger la cutine en petites lames sans consistance, et la potasse caustique, même en solution étendue, altère un peu la cutine et dissout la matière cireuse qui imprègne celle-ci, de sorte que la perméabilité des membranes ainsi isolées est bien supérieure à celle de l'organe normal. Je me suis donc servi du procédé de macération des tissus à l'aide du *Bacillus amylobacter,* qui a la propriété de désagréger la cellulose du parenchyme en respectant l'assise épidermique et la cutine dont elle est revêtue et imprégnée, comme M. Van Tieghem l'a démontré ([1]). Il est indispensable d'opérer la macération à basse température; car, si le liquide s'échauffe, le revêtement cireux de

([1]) *Sur la fermentation de la cellulose* (*Comptes rendus,* 3 février 1879).

l'épiderme se dissout en partie, et l'on trouve un coefficient de perméabilité supérieur à la valeur normale.

» Avant de comparer les cuticules des diverses plantes au point de vue de leur perméabilité, j'ai voulu d'abord rechercher comment les conditions extérieures modifient cette perméabilité.

» I. *Influence de la pression.* — *A priori,* on peut admettre que la perméabilité est proportionnelle à la pression des gaz; j'ai cherché néanmoins à vérifier expérimentalement cette influence avec l'air, l'oxygène et l'hydrogène en plaçant le même gaz de chaque côté de la membrane, mais en déterminant une augmentation de pression sur l'une des deux faces de celle-ci. La mesure des volumes dégagés dans le même temps montre que *les volumes diffusés à travers la même membrane sont proportionnels à la différence des pressions.*

» Les résultats suivants, obtenus avec l'oxygène et l'hydrogène, sont particulièrement nets :

Hydrogène.				Oxygène.			
Différence des pressions en millimètres.		Volumes dégagés.		Différence des pressions en millimètres.		Volumes dégagés.	
mm 8,5....	1	1,86	1	mm 20.......	1	2,14	1
15......	1,76	3,33	1,79	25,20....	1,26	2,75	1,28
21......	2,46	5,23	2,81	29,20....	1,46	3,12	1,45
27......	3,17	6,50	3,49	37,6.....	1,88	4,21	1,96
36,4....	4,28	8,33	4,50	52,6.....	2,63	5,88	2,74
37,5....	4,41	9,09	4,80	58,00....	2,90	7,00	3,20

» II. *Influence de la température.* — Je me suis borné, pour rechercher les variations dues à la température, à mesurer la différence de perméabilité entre deux gaz donnés, cette perméabilité étant indiquée par la dépression de la colonne mercurielle dans le manomètre.

Houx (cuticule) (H et CO^2).	
Température.	Dépression par heure.
° 12..................	mm 12,72
22,5................	12,60

Potamogeton lucens (H et CO^2).	
Température.	Dépression par heure.
° 13..................	mm 21,96
18,5................	25,80
24..................	24,50
30..................	24,24
13..................	21,30

» Ces chiffres montrent que *la perméabilité des surfaces cutinisées ne varie pas sensiblement quand la température s'élève.*

» Ce résultat est différent de celui que M. Graham a trouvé pour la perméabilité du caoutchouc à diverses températures (¹).

» III. *Influence de la nature des gaz.* — Je me suis borné à comparer la vitesse de diffusion de l'acide carbonique, de l'azote, de l'oxygène et de l'hydrogène, et j'ai trouvé des nombres très peu différents de ceux que M. Graham a publiés, comme le montrent les chiffres suivants :

	Durée d'écoulement de volumes égaux.
Acide carbonique	1
Hydrogène	2,75
Oxygène	5,50
Azote	11,50

J'ai, en outre, constaté que le rapport des vitesses de diffusion des gaz ne varie pas sensiblement quand ces gaz traversent des membranes différentes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique des lavements gazeux.* Note de M. L. **Bergeon**.

« Lorsqu'on injecte dans le rectum de l'homme sain ou malade du gaz acide carbonique très pur, on peut retrouver dans les produits de l'expiration le gaz injecté, pourvu que l'opération soit faite convenablement (²).

» L'absorption du gaz injecté se fait vraisemblablement dès la partie inférieure du gros intestin, parce qu'on ne constate pas de distension de l'abdomen, même en poussant assez rapidement un certain volume de gaz. Nous avons très souvent fait pénétrer ainsi, sans provoquer le moindre météorisme, 2^{lit} à 3^{lit} de gaz et même plus en dix ou quinze minutes.

» L'élimination de l'acide carbonique se fait par le poumon, au fur et à mesure de son introduction dans le rectum, et on le retrouve en presque

(¹) *On the absorption and dialytic separation of gases by colloïd septa* (*Philosophical Transactions*, 1886).

(²) Nous avons exposé les précautions à prendre pour l'administration des lavements gazeux dans les *Etudes sur la tuberculose*, publiées, sous la direction de M. le professeur Verneuil, chez Masson; 1887.

totalité dans les produits de l'expiration ([1]); la ventilation pulmonaire est activée et il se produit ce que nous pouvons appeler une *véritable ventilation par le gaz acide carbonique*.

» On peut comparer cette ventilation pulmonaire à une sorte de diurèse respiratoire. L'acide carbonique paraît jouer dans la respiration un rôle analogue à celui de l'eau dans l'urine; le gaz CO^2, en traversant nos tissus, s'imprègne des produits d'excrétion dont il doit débarrasser l'économie, et le lavement gazeux nettoie le sang veineux qu'il traverse, le poumon, les bronches et les voies respiratoires; il produit un véritable lavage du sang et des organes de la respiration.

» Mais, pour produire ces effets et surtout pour obtenir des résultats thérapeutiques, il est nécessaire, indispensable, que le gaz injecté traverse réellement le poumon et sorte par la glotte.

» Or il suffit que le gaz CO^2 ait été fabriqué avec des substances impures ou qu'il ait été renfermé un certain temps dans des ballons en caoutchouc, comme c'est le cas des appareils les plus usités actuellement, pour voir le gaz s'accumuler dans l'intestin, produire du météorisme et des coliques. Dans ces conditions, *le gaz ne passe plus par le poumon* (voir *Bulletin de la Société de Biologie expérimentale*, t. II, p. 306).

» Il n'est pas étonnant alors qu'il ne produise plus les effets thérapeutiques désirés. Comme rien n'est plus difficile que de laver l'acide carbonique impur, nous recommandons l'emploi de matières irréprochables pour la production du gaz CO^2 et l'usage d'appareils en verre, comme celui que nous avons adopté, où le gaz est conduit directement dans l'intestin. Nous avons pu nous convaincre que la plupart des insuccès thérapeutiques signalés coïncident avec des coliques dues à l'usage d'appareils défectueux ou de gaz impurs. »

COSMOLOGIE. — *Sur un essaim météorique tombé, le* 10 *août* 1885, *aux environs de Grazac et de Montpelegry* (*Tarn*). Note de M. **Alfred Caraven-Cachin**, présentée par M. Daubrée.

« Le 10 août 1885, à 4^h du matin, une chute de météorites a eu lieu sur la commune de Grazac (Tarn).

([1]) *Bulletin de la Société de Biologie*, p. 306, séance du 14 mai 1887, Note de MM. Ch. Richet et Hanriot.

» Cette chute fut accompagnée d'un bruit comparable à celui d'un violent coup de tonnerre. Les métayers, saisis de frayeur, sautèrent à bas de leur lit, tandis que les bœufs et les chevaux piaffaient dans les étables et brisaient leurs chaînes. En même temps, les météorites incendiaient et consumaient entièrement une meule de 1500 gerbes de blé à la métairie de Laborie.

» Les pierres recueillies, au nombre de vingt, étaient répandues entre le village de Grazac et le hameau de Montpelegry, c'est-à-dire sur une distance de 2^{km}. Elles affectaient des formes plus ou moins irrégulières; la plus grosse pesait environ 600^{gr}.

» La poussière d'un échantillon recueilli à Laborie, que j'ai pu examiner, attire fortement l'aiguille aimantée; sa couleur est noire. Tendre et friable, elle laisse une trace noire sur le papier. Au microscope, elle montre de très petites paillettes métalliques fort magnétiques. »

M. **Ch. Degagny** adresse une Note ayant pour titre : « Sur l'hyaloplasma ou protoplasma fondamental. Son origine nucléaire ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juin 1887.

Théorie du navire; par E. Guyou. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1887; in-8°.

Études théoriques et pratiques sur la poussée des terres et la stabilité des murs de soutènement et de revêtement; par J. Laffargue. Toulouse, imprimerie Saint-Cyprien, 1886; br. in-8°.

Annuaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale (année 1887). Paris, Georges Chamerot, 1887; in-18.

Vaccine-Vaccination; par le Dr E. Longet. Paris, G. Masson, 1887; br. in-8°. (Présentée par M. le baron Larrey.)

Essais de bibliographie médicale; par le Dr L.-H. Petit. Paris, G. Masson, 1887; in-8°. [(Présenté par M. le baron Larrey) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)]

Appareil temporo-sus-maxillaire des animaux vertébrés; par M. A. Lavocat. Toulouse, Douladoure-Privat, 1887; br. in-8°.

Premières recherches sur la localisation et la signification des alcaloïdes dans les plantes; par L. Errera, Dr Maistriau et G. Clautriau. Bruxelles, Henri Lamertin, 1887; br. in-8°.

Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique; par le Dr Paul Fischer; fasc. XI et dernier. Paris, F. Savy, 1887; in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France, etc.; T. XVI (année 1886). Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-8°.

Grimmineæ tatrenses. — Ex autopsia descripsit et adumbravit Dr T. Chalubinski (tab. I-XVIII). Varsoviæ, 1882; in-4°.

Dr T. Chalubinski. *Enumeratio muscorum frondosorum tatrensium, hucusque cognitorum.* Warszawa, 1886; in-4°.

Illustrationes floræ insularum maris Pacifici, auctore E. Drake del Castillo; fasc. tertius, Tabulæ XXI-XXX. Parisiis, venit apud G. Masson, 1887; in-f°. (Présenté par M. Duchartre.)

Carta geologica delle Riviere Ligurie e delle Alpi Marittime, di A. Issel, L. Mazzuoli e D. Zaccagna. Genova, 1887; in-f°. (Présentée par M. Hébert.)

Di una notevole semplificazione nel calcolo delle perturbazioni dei piccoli pianeti, di A. Venturi. Milano, Ulrico Hoepli, 1886; br. in-f°.

Anales de la Oficina meteorologica argentina; por su Director Gualterio G. Davis; Tomo V. Buenos Aires, 1887; in-f°.

Nieuwe naamlijst van nederlandsche schildvleugelige Insecten. (Insecta Coleoptera), opgemaakt door Ed. Everts. Harlem, de Herven Loosjes, 1887; in-4°.

Revista dos cursos praticos e theoricos da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro; 3° anno, 2° numero, dezembro de 1886. Rio de Janeiro, Imprensa nacional, 1886; in-8°.

Official copy. Part I : *Atlantic weather charts, from* 1st *august to* 7th *november* 1882. — Part II : *Atlantic weather charts, from* 8th *november* 1882 *to* 14th *february* 1883.

The storage of electrical energy; by Gaston Planté. Translated from the french by Paul Bedford Elwell. London, Whittaker and C°, 1887; in-8°.

Sixth annual report of the state mineralogist; part I, part II, *for the year ending June* 1, 1886. Sacramento, 1886; 2 br. in-8°.

Proceedings of the american Association for the advancement of Science; thirty-fourth meeting held at Ann Arbor, Mich., august 1885-1886. Salem, 1886; 2 vol. gr. in-8°.

The scientific Transactions of the royal Dublin Society; Vol. III, series II. Dublin, 1887; in-4°.

Monographs of the United States geological Survey; Vol. X. Washington, Government printing Office, 1886; in-4°.

Annual report of the chief signal officer of the army to the secretary of War for the year 1885; in two volumes. Part I. Washington, Government printing Office, 1885; in-8°.

Manual of Bacteriology; by Edgar M. Crookshank. London, H.-K. Lewis, 1887; in-8°.

Denkschriften der Kaiserlichen Akademie den Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. LII. Band. LL Band. Wien, 1886-1887; 2 vol. gr. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JUIN 1887.

PRÉSIDENCE DE M. HERVÉ MANGON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Note de M. le* général **Perrier**, *accompagnant la présentation d'un Volume relatif à la jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne.*

M. le général **Perrier** offre à l'Académie, en son nom et au nom de M. le général Ibañez, un Volume publié à frais communs par les deux Gouvernements de France et d'Espagne, et relatif à la jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne par-dessus la Méditerranée.

« Dans ce Volume, dit M. Perrier, nous avons exposé en détail les méthodes d'observation ainsi que les résultats obtenus dans cette opération grandiose, qui assure à la science de la Terre la mesure d'un arc de méridien de plus de 27° d'amplitude, compris entre les îles Shetland et Laghouat.

» Qu'il nous soit permis de résumer ici les résultats, afin de les présenter sous une forme saisissante.

» Les côtés du quadrilatère transméditerranéen ont des longueurs qui n'avaient pas encore été atteintes et qui ne seront peut-être jamais dépassées. Pendant l'été, les brumes qui recouvraient la mer, ainsi que les poussières en suspension dans l'atmosphère, ont empêché la visibilité des signaux lumineux solaires ou électriques, d'une rive à l'autre, et ce n'est qu'aux approches de l'automne, après les premières pluies, que nous avons pu apercevoir, *la nuit seulement*, des signaux lumineux électriques produits par les réflecteurs du colonel Mangin; les signaux solaires n'ont jamais été perçus, malgré la dimension inusitée des surfaces réfléchissantes.

» Nous donnons ci-après le Tableau des triangles définitifs de notre quadrilatère :

Stations.	Angles sphériques.	Angles plans.	Logarithmes des côtés.	Côtés en mètres.
	° ′ ″	° ′ ″		m
Filhaoussen.....	17.52.27,101	17.52. 9,046	4,91817296	82827,20
Tética	89.39.16,140	89.38.58,085	5,43124622	269926,93
Mulhacén	72.29.10,924	72.28.52,869	5,41062926	257412,28
Totaux.......	180. 0.54,165	180. 0. 0,000		
M' Sabiha......	78.48.45,728	78.48.22,147	5,43124622	»
Mulhacén.......	22.28.45,874	22.28.22,293	5,02193049	105179,35
Filhaoussen.....	78.43.39,142	78.43.15,560	5,43111798	269847,24
Totaux.......	180. 1.10,744	180. 0. 0,000		
M' Sabiha.......	16.19.51,669	16.19.37,170	4,91817296	»
Tética..........	113.40.26,778	113.40.12,279	4,43111797	269847,23
Mulhacén.......	50. 0.25,050	50. 0.10,551	5,35355560	225712,49
Totaux.......	180. 0.43,497	180. 0. 0,000		
Filhaoussen... .	60.51.12,042	60.50.52,017	5,35355560	»
M' Sabiha..... ..	95. 8.37,397	95. 8.17,371	5,41062924	257412,27
Tética	24. 1.10,637	24. 0.50,612	5,02193047	105179,35
Totaux.......	180. 1. 0,076	180. 0. 0,000		

» Les excès sphériques de ces triangles ont respectivement les valeurs suivantes :

0′.54″,165,
1.10,744,
0.43,498,
1. 0,076.

» Quant aux erreurs de fermeture, elles sont réduites à

$$\begin{array}{r} {}^{''} \\ +0,261, \\ -0,714, \\ +1,926, \\ +0,952. \end{array}$$

» D'où il résulte que, s'il existe des réfractions latérales, elles sont peu redoutables la nuit, malgré l'énorme trajet des rayons lumineux par-dessus la mer et les terres.

» La preuve est complète désormais de l'excellence des observations de nuit.

» La longueur adoptée pour le côté Tética-Mulhacén, soit $82\,827^{m},20$, est la valeur la plus probable déduite de la triangulation espagnole. En partant de cette valeur, le calcul des triangles du quadrilatère compensé donne, pour la longueur du côté algérien M' Sabiha-Filhaoussen, $105\,179^{m},35$, et, par les triangles algériens, la valeur la plus probable de ce côté M' Sabiha-Filhaoussen, obtenue par les officiers français, est $105\,178^{m},56$. L'écart entre les deux valeurs est de $0^{m},79$ ou $\frac{1}{133000}$ seulement de la longueur du côté.

» D'où l'on peut conclure que les opérations géodésiques exécutées en Espagne et en Algérie, tout à fait indépendantes entre elles, concordent d'une manière très satisfaisante et semblent posséder par conséquent un haut degré de précision.

» La deuxième série de nos opérations a montré que la transmission et la réception des signaux lumineux rythmés, pour le transport du temps d'une station à l'autre, comportent une grande exactitude.

» L'observation des occultations ou éclipses de signaux est infiniment plus précise et plus sûre que celle des apparitions lumineuses. Nous avons montré aussi que le rythme qui convient le mieux est obtenu en espaçant les moments des occultations de deux en deux secondes, les durées des éclipses et celles des apparitions des signaux étant les mêmes et égales chacune à une seconde de temps.

» Il résulte aussi de nos observations que, contrairement à l'opinion admise par quelques astronomes, l'équation personnelle n'est pas nulle dans l'observation des signaux lumineux rythmés : chaque observateur a la sienne propre dont il faut tenir compte; car, comme pour l'observation des passages d'étoiles au méridien, elle peut atteindre un ou même plusieurs dixièmes de seconde.

» Un autre fait important a été mis en évidence. Les collimateurs optiques ou réfracteurs, si faciles à construire, si commodes pour la production des intermittences lumineuses rythmées, sont préférables aux projecteurs à réflexion quant à l'intensité même des signaux lumineux. Nous avons perçu très nettement à l'œil nu, à une distance de 225^{km}, un objectif de $0^{m},20$ de diamètre, illuminé par un faisceau focal de lumière électrique.

» Enfin, nous avons pu vérifier que, pour obtenir, à l'aide d'une lampe électrique à arc, le maximum d'intensité du faisceau lumineux dans le sens horizontal, il est nécessaire d'incliner la lampe et l'axe des crayons à 55° sur l'horizon; l'intensité lumineuse est alors, surtout si l'on démasque complètement le charbon positif, près de quatre fois plus grande que celle qu'on obtient dans la position verticale habituelle des crayons avec la lampe Serrin.

» Nous dirons, en terminant, que l'erreur probable $\pm 0'',013$ de la différence de longitude $6'14'',979$, trouvée entre M' Sabiha et Tética, est du même ordre de grandeur que celle que l'on obtient lorsque les deux stations sont reliées par un fil télégraphique; la méthode des échanges de signaux lumineux que nous avons employée peut donc s'appliquer toujours avec succès entre deux stations éloignées, réciproquement visibles, mais entre lesquelles il n'existe aucune communication électrique.

» Tels sont les résultats principaux sur lesquels nous croyons devoir appeler l'attention des géodésiens. »

M. **Boussinesq** offre à l'Académie, en son nom et aussi de la part de l'éditeur M. Gauthier-Villars, le tome Ier (contenant le *Calcul différentiel*) d'un *Cours d'Analyse infinitésimale, à l'usage des personnes qui étudient cette Science en vue de ses applications mécaniques et physiques*. Et il ajoute :

« Je m'y adresse surtout aux physiciens, naturalistes, élèves-ingénieurs, philosophes, etc., peu habitués au maniement des formules algébriques, mais qui éprouvent le besoin, pour leurs études propres, de connaître, dans son esprit et dans ses principaux résultats, le calcul des infiniment petits ou des fonctions continues.

» J'espère, en les conduisant pas à pas par les voies que je juge les plus intuitives, les mieux appropriées à notre sentiment naturel de la graduelle variation des choses, les y familiariser avec les idées et les méthodes qui ont valu à ce puissant instrument intellectuel, toujours en voie d'accroissement depuis le XVIIe siècle, sa merveilleuse coopération aux progrès des

sciences de la nature et une place presque aussi grande dans l'enseignement des Écoles techniques que dans celui de nos Facultés. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Brandt*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Vogt obtient.	29 suffrages
M. Agassiz »	8 »

M. **Vogt**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Signaux sonores sous-marins*. Mémoire de M. **Brillouin**, présenté par M. Mascart. (Analyse rédigée par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission nommée pour étudier les moyens de prévenir les collisions en mer.)

« I. *Extraits des Mémoires de Colladon*. — La possibilité d'utiliser les signaux sonores sous-marins est indiquée par Colladon, avec la dernière netteté, dans une lettre à Arago (*Comptes rendus*, t. XIII, p. 439; 1841).

» Voici les deux résultats principaux : 1° portée des sons 35^{km}; 2° influence *nulle* d'une violente agitation superficielle (orage et tempête).

» II. *Circonstances dans lesquelles les signaux pourraient être utilisés*. — 1° Indication de la présence d'un navire à distance suffisante pour prévenir toute collision, indication d'un écueil, avec signal distinctif; 2° échange de signaux conventionnels entre deux navires; télégraphie; possibilité de concerter une attaque dans toute une escadre sans attirer l'attention de l'ennemi; 3° pour toute place forte traversée par une rivière, communications télégraphiques dans une étendue considérable, au moins en aval.

» III. *Description sommaire des appareils proposés.* — Appareil auditif indépendant. Appareil installé à poste fixe dans le flanc du vaisseau, au-dessous de la ligne de flottaison.

» IV. *Appareil sonore à installer sur les écueils.* — Cloche étanche avec battant intérieur relié par un câble à une machine électrique installée à terre, et instantanément prête à fonctionner au moyen d'accumulateurs maintenus en charge. »

M. le **Secrétaire perpétuel**, à l'occasion de cette Communication, signale une Note succincte, que M. *Vinot* lui avait adressée avant la séance précédente, sur un projet de signaux sonores sous-marins.

M. **Dechaux** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Épidémie de variole de Montluçon, 1886-1887. »

(Renvoi à la Commission du prix Chaussier.)

M. **Brame** adresse une nouvelle Note relative à sa théorie des ombres colorées.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard* (12 *mai* 1887), *faites à l'équatorial de* 0m,38 *de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. **G. Rayet**, **Flamme** et **F. Courty**, présentées par M. E. Mouchez.

Dates 1887.	Temps moyen de Bordeaux	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de compar.	Observ.
	h m	h m s		° ′ ″			
Mai 22....	10.10.52,1	15.27.23,92	$-\bar{1},180$	114.49.23,5	—0,914	*a*	R.(1)
26....	9.55.45,7	15.34.55,88	$-\bar{1},212$	111.59.26,2	—0,903	*b*	R.
27....	9.50.27,3	15.36.51,90	$-\bar{1},220$	111.15.56,7	—0,900	*c*	C.
27....	11.29.13,8	15.36.59,46	$+\bar{2},386$	111.12.51,5	—0,910	*c*	F.

(1) *Observateurs :* R = G. Rayet; F = Flamme; C = F. Courty.

Dates 1887.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles de compar.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Juin 8....	10.53. 5,0	16. 2. 5,88	$-\bar{4}$,000	101.50.37,8	−0,870	*e*	R.
9....	9.57.19,4	16. 4.11,80	$-\bar{1}$,006	101. 5.40,5	−0,865	*f*	C.
10....	10.18.22,8	16. 6.26,07	$-\bar{2}$,773	100.18. 5,9	−0,862	*g*	C.
11....	10.38.45,3	16. 8.41,34	$-\bar{2}$,271	99.32.23,7	−0,858	*h*	R.
12....	9.51.10,5	16.10.50,47	$-\bar{1}$,043	98.46.55,4	−0,852	*i*	R.
13....	10.46.28,5	16.13. 9,18	$+\bar{4}$,000	97.59.37,3	−0,849	*j*	F.
14....	10.30.47,5	16.15.22,91	$-\bar{2}$,359	97.15.57,1	−0,846	*k*	R.
15....	10. 8.42,6	16.17.35,76	$-\bar{2}$,779	96.32.25,5	−0,840	*l*	R.
16....	9.31.30,4	16.19.47,11	$-\bar{1}$,100	95.50.31,5	−0,835	*m*	C.
17....	9.42.15,9	16.22. 2,49	$-\bar{1}$,009	95. 7.48,8	−0,832	*n*	C.
17....	9.42.15,9	16.22. 4,05	$-\bar{1}$,010	95. 7.58,2	−0,831	*o*	C.
18....	10.26.52,3	16.24.23,05	$-\bar{2}$,267	94.25. 7,1	−0,827	*p*	R.
21....	9.47.59,5	16.31. 6,46	$-\bar{2}$,913	92.27.41,3	−0,812	*q*	C.
22....	10.24.54,0	16.33.24,94	$-\bar{2}$,106	91.49.21,4	−0,809	*r*	R.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1887,0.

Étoiles.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
	h m s	s	° ′ ″	″
a. Gould, *General Catalogue* 21077 (7,5).......	15.27.12,22	+2,16	114.43.40,8	+1,2
b. Bonn VIII, Schönfeld 4159 (8,2)............	15.32.24,28	+2,14	112. 5.45,4	+0,9
c. » 4165 (8,1)............	15.34. 7,87	+2,13	111.14.17,4	+0,8
e. » 4067 (8,3)............	16. 0. 8,39	+2,08	101.49.40,7	−1,6
f. Schjellerup, n° 5679 (5)....................	15.58. 9,28	+2,06	101. 3.37,1	−1,6
g. Weiss I, H. XVI, n° 111 (9)................	16. 8.20,53	+2,08	100.22.22,9	−2,2
h. Schjellerup, n° 5739 (9)...................	16. 8.36,97	+2,07	99.26.54,3	−2,4
i. » n° 5761 (9)..................	16.12.43,94	+2,07	98.47.39,5	−2,7
j. » n° 5742 (5)..................	16. 9.28,36	+2,06	98. 3.57,0	−2,7
k. Weiss I, H. XVI, n° 181 (9)................	16.11.48,79	+2,06	97. 7.10,4	−3,0
l. » n° 213 (7)................	16.13. 6,38	+2,06	96.35.51,0	−3,2
m. Schjellerup, n° 5831 (8,5)...	16.24.25,69	+2,07	95.50.47,1	−3,8
n. » n° 5820 (9)..................	16.22.47,19	+2,07	95.11.38,3	−3,9
o. Lamont, n° 2204 (9).......................	16.23.37,44	+2,07	95. 2.50,8	−4,0
p. Schjellerup, n° 5803 (9)..................	16.20.17,90	+2,06	94.25. 5,5	−4,0
q. » n° 5825 (9)..................	16.23.59,42	+2,05	92.27.51,4	−4,7
r. » n° 5916 (8)..................	16.36.41,51	+2,07	91.53.54,6	−5,3

ASTRONOMIE. — *Observations d'une planète rencontrée par M.* **Borrelly** *à l'observatoire de Marseille.*

Dates. 1887.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de comp.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	℘ apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juin 9.	11. 7.35	+3.45,63	+11.14,3	5,5	17.18.56,60	$-\bar{1},076$	110.38.19,2	—0,899	*a*
10.	10.19.10	+2.55,85	+10.59,6	5,5	17.18. 6,83	$-\bar{1},308$	110.38. 4,3	—0,891	*a*
11.	10. 9.48	+2. 4,77	+10.39,6	5,5	17.17.15,76	$-\bar{1},323$	110.37.44,1	—0,890	*a*
12.	10.27.45	+1.12,40	+10.20,4	5,5	17.16.23,40	$-\bar{1},226$	110.37.24,6	—0,895	*a*
13.	9.39.44	+0.22,64	+10. 6,6	5,5	17.15.33,65	$-\bar{1},394$	110.37.10,7	—0,884	*a*
14.	10. 5.44	—0.29,15	+ 9.50,8	5,5	17.14.41,87	$-\bar{1},283$	110.36.54,6	—0,892	*a*
15.	10.29.18	—1.20,97	+ 9.35,3	5,5	17.13.50,07	$-\bar{1},139$	110.36.38,9	—0,898	*a*
16.	10.11.33	—2.10,81	+ 9.21,4	5,5	17.13. 0,24	$-\bar{1},212$	110.36.24,8	—0,896	*a*
17.	9.50. 4	—3. 0,49	+ 9. 9,4	5,5	17.12.10,58	$-\bar{1},288$	110.36.12,5	—0,892	*a*
18.	10.10.50	—3.51,03	+ 8.50,8	5,5	17.11.20,05	$-\bar{1},164$	110.35.53,7	—0,897	*a*
19.	10.41.26	—4.41,33	+ 8.41,8	5,5	17.10.29,77	$-\bar{1},284$	110.35.44,5	—0,892	*a*

» La planète est de 12e grandeur.

Position moyenne pour 1887,0 de l'étoile de comparaison commune à toutes les observations.

★.	Gr.	Æ.	℘.	
a.....	7,5	$17^h 15^m 8^s,71$	$110^\circ 27' 10'',4$	31506 Lalande

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces principales des complexes de droite et les lignes asymptotiques de leur surface de singularités.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« Après avoir déterminé les surfaces principales d'un complexe quadratique, M. F. Klein, entre autres résultats, est conduit à la détermination en termes finis des lignes asymptotiques de la surface de singularités de ce complexe, qui est une surface de Kummer. Cette double détermination pouvait porter à croire que ces deux problèmes n'étaient pas indépendants, et M. Klein a bien voulu récemment m'en manifester la pensée. Je suis parvenu, en effet, à préciser de la façon la plus simple le lien entre

ces deux questions, par l'étude des éléments principaux d'un complexe autour d'une droite singulière.

» Soient C un complexe quelconque, ξ une droite singulière de C, touchant en un point P la surface de singularités S.

» Tous les complexes linéaires tangents au complexe C, suivant la droite ξ, sont spéciaux, et leurs axes sont précisément les tangentes au point P à la surface S.

» Parmi ces complexes tangents, il y en a trois qui sont stationnaires. Ces trois complexes linéaires principaux ont pour axes (ils sont très spéciaux, d'après ce qui précède) :

» 1° La droite singulière ξ elle-même;

» 2° Les tangentes asymptotiques en P à la surface de singularités.

» Appelons L l'un de ces deux derniers complexes principaux, dont l'axe sera une tangente asymptotique λ à la surface S au point P. Le complexe L est tangent au complexe C suivant la droite ξ et suivant une droite infiniment voisine ξ'. *Cette droite ξ' est singulière*, et en appelant P' le point où elle touche la surface S, point qui est infiniment voisin de P, *la droite* PP' *n'est autre que la tangente asymptotique* λ.

» Considérons alors la surface principale dont les droites singulières ξ et ξ' constituent un élément; comme on peut répéter sur ξ' les raisonnements faits sur ξ, on voit que cette surface principale ne cessera pas d'être engendrée par des droites singulières. Elle sera donc circonscrite à la surface de singularités, et comme chaque élément PP' de la courbe de contact appartient à une ligne asymptotique, cette courbe de contact sera une ligne asymptotique. Ainsi :

» *Deux des surfaces principales qui passent par une droite singulière sont engendrées par des droites singulières et sont circonscrites à la surface de singularités suivant les deux lignes asymptotiques qui se croisent au point de contact de cette surface avec la droite singulière considérée.*

» Il suit bien de là que la connaissance des surfaces principales d'un complexe entraîne celle des lignes asymptotiques de sa surface de singularités.

» Les faits que j'ai résumés ci-dessus peuvent se démontrer soit directement, soit en se servant des élégants résultats de M. Klein, relatifs aux complexes quadratiques, et observant qu'à l'égard des propriétés du second ordre tout complexe se comporte comme un complexe quadratique. On peut enfin donner une forme plus précise à la démonstration en faisant usage de mes propres recherches sur le moment des complexes sin-

guliers, que j'ai résumées dans deux Notes aux *Comptes rendus* en 1885 et développées en 1886 dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse.* »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les arcs des courbes planes*. Note de M. G. **Humbert**, présentée par M. Halphen.

« Le beau théorème de Graves et de Chasles sur les arcs de coniques peut être présenté sous la forme suivante :

» *Si l'on mène les tangentes communes à un cercle et à une conique, les quatre points de contact sur cette dernière courbe déterminent deux arcs, dont la somme algébrique est égale à la somme algébrique des longueurs des tangentes communes.*

» Sous cette forme, le théorème précédent est susceptible d'une extension aux courbes algébriques quelconques; on peut voir en effet que :

» *Si l'on mène les tangentes communes à une courbe algébrique de classe n et à un cercle, et que l'on fasse ensuite varier le rayon de ce cercle, son centre restant fixe, les $2n$ points de contact des tangentes communes et de la courbe décrivent sur celle-ci $2n$ arcs, dont la somme algébrique est égale à la variation de la somme algébrique des longueurs des tangentes communes.*

» En particulier, si l'on considère, parmi les cercles concentriques introduits, celui dont le rayon est nul, on voit aisément que la longueur de chaque tangente menée du centre de ce cercle à la courbe est comptée deux fois, et avec des signes contraires dans la somme algébrique des longueurs des tangentes communes, et il en résulte aisément cette propriété, qui est la généralisation directe du théorème de Chasles donné plus haut :

» *Si l'on mène les tangentes communes à un cercle et à une courbe algébrique de classe n, les $2n$ points de contact déterminent sur cette dernière courbe n arcs dont la somme algébrique est égale à la somme algébrique des longueurs des tangentes communes.*

» Ces propriétés sont des cas particuliers d'un théorème plus général, que l'on démontre par des considérations fondées sur le théorème d'Abel, et dont voici l'énoncé :

» *Si l'on mène les tangentes communes à une courbe algébrique quelconque et à un faisceau tangentiel de courbes de direction homofocales, représentées en coordonnées tangentielles par l'équation*

$$(u^2 + v^2)F^2(u, v) - \lambda\varphi^2(u, v) = 0,$$

les points de contact sur la courbe considérée décrivent, quand on fait varier le paramètre λ, *des arcs dont la somme algébrique est une fonction rationnelle de* λ. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination du rayon de courbure d'une trajectoire particulière d'un point faisant partie d'un solide invariable assujetti à quatre conditions;* par M. J. **Réveille.**

« M. Mannheim a démontré que les normales aux surfaces décrites par chacun des points d'un solide assujetti à quatre conditions rencontrent deux droites réelles ou imaginaires D et Δ. Je considérerai dans ce qui va suivre le cas où ces deux droites sont réelles.

» Parmi tous les mouvements élémentaires que l'on peut donner au solide à partir d'une position donnée, je distingue celui obtenu par une rotation autour de la droite D seule; et, parmi toutes les trajectoires d'un point a du solide, je distingue celle obtenue par la suite de ces mouvements élémentaires. Je la désigne par $(a)_D$. Je me propose de déterminer l'axe de courbure d'une trajectoire ainsi définie, connaissant les éléments de courbure des surfaces trajectoires de quatre points quelconques du solide.

» On sait que l'axe de courbure d'une courbe $(a)_D$ tracée sur une surface $[a]$ passe par le centre de courbure r de la section normale à cette surface, menée tangentiellement à cette courbe. Il est aussi l'intersection du plan normal (a, D) avec le plan normal infiniment voisin (a', D'), et, par conséquent, il rencontre la droite D au point α où le plan (a, D) touche la surface (D), lieu des droites D (dans l'espace ou dans le solide).

» On sait aussi, d'après un théorème dû à M. Haag, que dans tout mouvement continu, comme celui que je considère, les axes de courbure des trajectoires de tous les points d'une droite sont sur un hyperboloïde. J'appelle hyperboloïde I celui relatif à la droite située à l'infini sur un plan perpendiculaire à la droite D. Cet hyperboloïde se raccorde tout le long de D avec la surface (D); un plan perpendiculaire à D le coupe suivant un cercle. La perpendiculaire at menée à la droite D rencontre au point μ la génératrice $\alpha\mu$ de l'hyperboloïde I contenue dans le plan (a, D), et au point m l'axe de courbure αr de la courbe $(a)_D$. Je démontre que, t étant le point d'intersection de cette perpendiculaire at avec la droite D, on a la relation

$$\frac{1}{at} + \frac{1}{tm} = \frac{1}{t\mu}.$$

» Je démontre aussi que, si l'on joint le point r au point t, et que par le point s, où la normale ar rencontre D, on mène une parallèle à at, cette parallèle rencontre tr en un point f_1 de la génératrice $\alpha\mu$, c'est-à-dire de l'hyperboloïde I.

» Le plan perpendiculaire à D étant un plan de section circulaire, si de chaque point, tel que f_1, on élève une perpendiculaire F_1 à chaque plan, tel que (a, D), toutes ces perpendiculaires rencontreront une même génératrice G de l'hyperboloïde I.

» Quatre points, tels que f_1, détermineront quatre perpendiculaires; la droite G devant rencontrer ces quatre droites est déterminée et détermine l'hyperboloïde.

» De ce qui précède, je conclus la construction suivante :

» Les quatre points a, b, c, d décrivant quatre surfaces dont on connaît les éléments de courbure, on déterminera les quatre points f_1, f_2, f_3, f_4, et, par suite, les quatres droites F_1, F_2, F_3, F_4. Soit G la droite qui rencontre les quatre droites F.

» Pour avoir l'axe de courbure de la trajectoire d'un point e du solide, je projette G sur le plan (e, D); soit $\alpha'\mu'$ cette projection; au point s' où la normale à la surface [e], trajectoire du point e, rencontre D, je mène perpendiculairement à D la droite $s'f'$, qui coupe $\alpha'\mu'$ au point f'; je joins le point f' au pied t' de la perpendiculaire abaissée du point e sur D; la droite $t'f'$ coupe la normale es' au point r'. La droite $\alpha'r'$ est l'axe de courbure demandé.

» Dans ce qui précède, j'ai supposé le mouvement du solide déterminé par quatre surfaces que décrivent quatre points liés au solide. Je vais substituer à un point a décrivant une surface un plan A enveloppant une surface [A].

» Ce cas se ramène au précédent, si l'on considère le mouvement du point situé à l'infini sur une perpendiculaire au plan. La normale à la surface décrite par ce point est une droite perpendiculaire au plan A et rencontrant les droites D et Δ; elle se confond avec la normale à la surface [A] menée par son point de contact avec le plan A. La surface décrite par le point à l'infini a donc mêmes normales que la surface [A]. On aura le point f_1 correspondant au plan A en appliquant au point à l'infini la construction que j'ai indiquée pour les points à distance finie.

» La construction qui en résulte est la suivante :

» Le plan passant par la normale à la surface enveloppée [A] et par la droite D coupe le plan A suivant une droite tangente à cette surface. La

section normale suivant la tangente conjuguée de celle-là a pour centre de courbure un point r. Au point s, où la normale coupe la droite D, je mène une perpendiculaire à cette droite, et au point r une parallèle à cette même droite; l'intersection de la perpendiculaire et de la parallèle donne le point f_1.

» Il est évident que tout ce qui a été dit pour la droite D peut se répéter pour la droite Δ. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires du troisième ordre.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Note parue aux *Comptes rendus* du 31 mai, j'ai signalé l'existence de certains invariants correspondant aux équations linéaires différentielles, ou aux dérivées partielles. Une erreur de calcul, facile à rectifier, m'a fait écrire inexactement les quinze invariants relatifs aux systèmes de six équations du second ordre à trois variables. Mais je n'insiste pas ici sur ce point: ce sont les équations différentielles que j'ai en vue. Soit une équation linéaire et homogène du troisième ordre

$$y''' + ay'' + by' + vy = 0. \tag{1}$$

» Posons $t = \frac{y_2}{y_1}$, $u = \frac{y_3}{y_1}$, y_1, y_2, y_3 désignant trois intégrales distinctes: les fonctions t et u de x vérifient un système de deux équations différentielles du quatrième ordre, qu'on obtient en éliminant les constantes α, $\beta, \ldots$ entre les équations

$$(2) \quad \begin{cases} (\alpha T + \beta U + \gamma)t = \alpha' t + \beta' u + \gamma', \\ (\alpha T + \beta U + \gamma)u = \alpha'' T + \beta'' U + \gamma'' \end{cases}$$

et les équations qui s'en déduisent par dérivation. On est conduit ainsi, en suivant la méthode que j'ai indiquée, *à deux invariants du quatrième ordre* I *et* J. Si l'on pose

$$D = \begin{vmatrix} t''' & 3t'' & 3t' \\ u''' & 3u'' & 3u' \\ t^{\text{IV}} & 4t''' & 6t'' \end{vmatrix}, \qquad \Delta = \begin{vmatrix} t''' & 3t'' & 2t' \\ u''' & 3u'' & 3u' \\ t'' & 2t' & 0 \end{vmatrix}, \qquad \delta = \begin{vmatrix} t''' & 3t'' & 3t' \\ u''' & 3u'' & 3u' \\ t' & 0 & 0 \end{vmatrix},$$

et si l'on appelle D_1, Δ_1, δ_1 les expressions analogues obtenues en per-

mutant t et u dans les précédentes, on a

$$(3)\qquad I=\frac{D\delta_1-D_1\delta}{\delta\Delta_1-\delta_1\Delta},\qquad J=\frac{D_1\Delta-D\Delta_1}{\delta\Delta_1-\delta_1\Delta}$$

(ces expressions peuvent se simplifier). Exprimons I et J en fonction des coefficients a, b, c, on trouve

$$(4)\quad I=a'-b+\frac{a^2}{3}=A,\qquad J=-\frac{2a}{3}\left(a'+\frac{a^2}{3}\right)+ab+b'-3c=B.$$

Ces égalités équivalent aux suivantes :

$$D+A\Delta+B\delta=0,\qquad D_1+A\Delta_1+B\delta_1=0.$$

Inversement, l'intégrale générale du système (4) est de la forme (2).

» Si a, b, c sont rationnels, et si l'intégrale de (4) est algébrique, les valeurs d'un système (t, u), pour une valeur donnée de x, forment un groupe fini (α) de substitutions linéaires. Soient $\varphi(t, u)$, $\psi(t, u)$ les deux fonctions invariantes fondamentales qui correspondent à ce groupe.

» On a

$$\varphi(t,u)=P(x),\qquad \psi(t,u)=Q(x),$$

P et Q étant deux fonctions rationnelles de x. Remplaçons, dans les équations (4), t et u en fonction de P et Q : nous obtenons deux équations (4'), où figurent les dérivées de P et Q jusqu'au quatrième ordre, et dont les coefficients sont des fonctions rationnelles des dérivées de φ et ψ, par suite, des fonctions rationnelles de t et u, qui ne changent pas par les substitutions du groupe (α) et *s'expriment rationnellement en* P *et* Q. Si φ et ψ étaient deux fonctions invariantes quelconques de (α), les mêmes coefficients seraient des fonctions algébriques de P et Q : cette dernière conclusion subsiste si le groupe (α) est hyperfuchsien.

» Les équations (4') donnent les valeurs de A et B en fonction de P et Q, et permettent ainsi de former *toutes les équations* (1) *où a, b, c sont rationnels et dont l'intégrale générale est algébrique*. Quand le système (4) est intégré, l'équation (1) se ramène à une quadrature; on exprime, en effet, que y_1, ty_1, uy_1 satisfont à l'équation (1), ce qui donne trois relations d'où l'on tire $\frac{y'_1}{y_1}$, et l'on trouve que

$$(5)\qquad y=C(t''u'-t'u'')^{-\frac{1}{3}}e^{-\frac{1}{3}\int_{x_0}^{x}a\,dx}.$$

» Pour que l'intégrale de (1) soit algébrique, il faut donc et il suffit : 1° que a soit la dérivée logarithmique d'une fraction rationnelle; 2° que l'intégrale de (4) soit algébrique, autrement dit, que, pour un groupe (α), les équations (4') admettent *un système d'intégrales* (P, Q) *rationnelles*. Je dis qu'on peut toujours reconnaître, par un nombre limité d'opérations, si l'intégrale de (1) correspond à un groupe fini donné (α).

» En effet, en posant

$$y = \mathrm{Y}e^{-\frac{1}{3}\int a\,dx},$$

on ramène l'équation (1) à une forme où a est nul, et l'on a

$$(5') \qquad \mathrm{Y} = \mathrm{C}(t''u' - t'u'')^{-\frac{1}{3}}.$$

» Soit n l'indice du groupe; Y est une fonction algébrique de x ne prenant pas plus de $3n$ valeurs, et il suffit de reconnaître si l'équation (1) admet une telle intégrale, question qu'on peut résoudre de bien des manières. Par exemple, on forme l'équation à laquelle satisfait le produit $y_1 y_2 \ldots y_n$, on cherche si elle admet des intégrales de la forme $\sqrt[3]{\frac{\mathrm{M}(x)}{\mathrm{N}(x)}}$, et, ces intégrales une fois formées, on a aisément une limite du degré en x de l'équation $f(y, x) = 0$ qui définit l'intégrale de (1).

» Mais il convient de remarquer que, parmi les groupes ternaires, il en est dont l'indice est indéterminé, à savoir les groupes analogues aux groupes du dièdre, dont les substitutions canoniques s'obtiennent, sous forme homogène, en multipliant les variables z_1, z_2, z_3 respectivement par ε, ε', ε'' (ε, ε', ε'' étant des racines $n^{\text{ièmes}}$ de l'unité), et en permutant ces quantités de toutes les manières.

» Tous les autres groupes à indice indéterminé sont des *sous-groupes* des précédents, qu'il suffit de considérer exclusivement. Les valeurs de (t, u), si elles correspondent à un tel groupe, sont de la forme

$$\begin{cases} t = \varepsilon t, \\ u = \varepsilon' u; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \varepsilon u, \\ u = \varepsilon' t; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \varepsilon \dfrac{t}{u}, \\ u = \dfrac{\varepsilon'}{u}; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \dfrac{\varepsilon}{u}, \\ u = \varepsilon' \dfrac{t}{u}; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \dfrac{\varepsilon u}{t}, \\ u = \dfrac{\varepsilon'}{t}; \end{cases} \quad \begin{cases} t = \dfrac{\varepsilon}{t}, \\ u = \varepsilon' \dfrac{u}{t}, \end{cases}$$

et la formule (5') montre qu'alors une intégrale y_1 de l'équation (1) peut s'écrire

$$y_1 = \sqrt[3n]{g(x)},$$

$g(x)$ étant définie par une relation $f(g, x) = 0$ du troisième degré en g.

Il en résulte que l'équation (1) se ramène dans ce cas à une *quadrature*, ainsi que je le montrerai, si l'Académie le permet, dans une Note prochaine, où j'étendrai en même temps ces résultats aux équations d'ordre supérieur ou aux dérivées partielles. La conclusion à laquelle nous arrivons, en définitive, est la suivante : *Étant donnée une équation linéaire et homogène du troisième ordre, on peut toujours reconnaître, par un nombre limité d'opérations purement algébriques, si son intégrale est algébrique ou ramener l'équation à une quadrature.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations* $aX^4 + bY^4 = cZ^2$, $aX^4 + bY^4 + dX^2Y^2 = cZ^2$; par M. **Desboves.**

« Soit d'abord l'équation

$$aX^4 + bY^4 = cZ^2, \tag{1}$$

dans laquelle on suppose c égal à $a+b$. On fait $x=y=z=1$ dans le système (2) de ma première Note, puis on efface les accents. On a ainsi les formules

$$(2)\quad \begin{cases} X = a(a-b)x^3 - b(3a+b)y^2x - 2bcyz, \\ Y = b(b-a)y^3 - a(a+3b)x^2y - 2acxz. \end{cases}$$

» J'avais obtenu autrefois des formules équivalentes, mais moins simples,

$$(3)\quad \begin{cases} X = a(a-b)x^3 + 4abyx^2 - b(3a+b)y^2x \\ \qquad\qquad + 2bcy^3 - [(a-b)x + 2by]cz, \\ Y = b(b-a)y^3 + 4abxy^2 - a(a+3b)x^2y \\ \qquad\qquad + 2acx^3 - [(b-a)y + 2axz]cz. \end{cases}$$

(On n'a pas écrit les expressions de Z à cause de leur complication relative.) z prenant le double signe, les deux systèmes précédents donnent, en général, deux solutions correspondant à une même solution (x, y, z) comme les formules du sixième degré qu'on peut leur associer, mais avec cette particularité qui leur est propre de ne jamais faire connaître qu'une solution nouvelle. Pour rendre compte de ce fait, j'ai résolu les équations (2) et (3) par rapport à x, y, z.

» D'abord des formules (3) on déduit les valeurs obtenues pour x, y, z en y remplaçant X, Y, Z, respectivement, par x, y, z et réciproquement.

Mais, si l'on traite la même question par la même méthode pour le système (2), on obtient pour x, y, au lieu de formules du troisième degré, des formules du second degré. De là il fallait nécessairement conclure que les formules (2) et (3) pouvaient être remplacées par des formules équivalentes du second degré pour X et Y. Voici une démonstration directe : E, G, H, L étant des constantes à déterminer et X, Y, x, y des variables, on écrit l'équation

$$(4)\qquad EX^2x^2 + GY^2y^2 - 2LXYxy - H(X^2y^2 + Y^2x^2) = 0,$$

qui ne change pas par les permutations de X, x et de Y, y. On en déduit

$$(5)\qquad \frac{Y}{X} = \frac{LXY \pm \sqrt{(L^2 - EG - H^2)x^2y^2 + H(Ex^4 + Gy^4)}}{-Hx^2 + Gy^2}.$$

» Posons maintenant

$$L^2 - EG - H^2 = 0, \qquad H = a - b, \qquad E = \frac{4a(a+b)}{a-b}, \qquad G = \frac{4b(a+b)}{a-b}.$$

» On tire de là

$$L^2 = \frac{(a-b)^4 + 16ab(a+b)^2}{(a-b)^2} = \frac{(a^2+b^2+6ab)^2}{(a-b)^2},$$

et, par suite, en supprimant un dénominateur commun $a - b$, on a

$$\begin{aligned} L &= a^2 + b^2 + 6ab, \\ H &= (a-b)^2, \\ E &= 4a(a+b), \\ G &= 4b(a+b). \end{aligned}$$

» En substituant ces valeurs de L, H, E, G dans l'équation (5), on aura

$$\frac{Y}{X} = \frac{(a^2+b^2+6ab)xy \pm 2(a+b)(a-b)\sqrt{ax^4+by^4}}{-(a-b)^2x^2 + 4b(a+b)y^2},$$

ou, (x, y, z) étant supposée une solution de l'équation (1),

$$(6)\qquad \frac{Y}{X} = \frac{[2c^2 - (a-b)^2]xy + 2c(a-b)z}{-(a-b)^2x^2 + 4bcy^2}.$$

» Or, si l'on admet que (X, Y, Z) soit une solution de l'équation (1), on peut écrire aussi

$$(7)\qquad \frac{y}{x} = \frac{[2c^2 - (a-b)^2]XY + 2c(a-b)Z}{-(a-b)^2X^2 + 4bcY^2}.$$

» Le calcul s'achève au moyen des équations (6) et (7) et on a les formules demandées

$$\begin{aligned}
X &= -(a-b)^2x^2 + 4bcy^2,\\
Y &= [2c^2-(a-b)^2]xy + 2c(a-b)z,\\
Z &= 4b(a-b)xy[4acx^2+(a-b)^2y^2]\\
&\quad + [2c^2-(a-b)^2][(a-b)^2x^2+4bcy^2]z.
\end{aligned}$$

» Tout ce qui précède s'applique à l'équation

$$aX^4 + bY^4 + dX^2Y^2 = cZ^2$$

lorsqu'on a

$$c = a + b + d;$$

en particulier, on obtient aussi des formules du second degré pour X et Y. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Distribution de l'électricité sur une surface fermée convexe.* Note de M. G. **Robin**, présentée par M. Darboux.

« Considérons une surface fermée convexe σ n'ayant qu'un plan tangent en chaque point. Joignons un de ses points aux divers éléments $d\sigma$ par des droites r faisant des angles φ avec la normale intérieure au point en question.

» Donnons-nous une fonction *quelconque* f, déterminée et finie en tout point de σ, et formons la suite d'intégrales

$$(1)\qquad f_1 = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{f\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,\qquad f_2 = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{f_1\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,\qquad \ldots,\qquad \textit{ad infin.}$$

» On va voir que f_n *tend vers la densité* e *de la couche électrique en équilibre d'elle-même sur* σ.

» Cette densité est déterminée (quand on fixe sa valeur en un point particulier) par l'équation fonctionnelle [1]

$$(2)\qquad e = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma.$$

[1] Voir *Annales de l'École Normale*, 1886, supplément.

» Or on peut écrire

$$f_1 = \frac{1}{2\pi}\int_\sigma \frac{f}{e}\,\frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma.$$

» Soient A le maximum, B le minimum du rapport $\frac{f}{e}$, M la moyenne $\frac{A+B}{2}$. Partageons, suivant la méthode de Carl Neumann ([1]), la surface σ en deux groupes de régions, l'un α correspondant aux valeurs de $\frac{f}{e}$ plus grandes que M, l'autre β aux valeurs plus petites; s'il y a des plages où $\frac{f}{e}$ est constamment égal à M, on les attribuera indifféremment au premier ou au second groupe.

» Comme e a partout le même signe, + par exemple, et que, σ étant convexe, $\cos\varphi$ est toujours positif, on aura les inégalités

$$2\pi f_1 \leq A\int_\alpha \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma + M\int_\beta \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,$$
$$2\pi f_1 \geq M\int_\alpha \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma + B\int_\beta \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,$$

qui, à cause des relations $A - M = M - B = \frac{A-B}{2}$, peuvent s'écrire

$$2\pi f_1 \leq A\int_\sigma \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma - \frac{A-B}{2}\int_\beta \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma,$$
$$2\pi f_1 \geq B\int_\sigma \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma + \frac{A-B}{2}\int_\alpha \frac{e\cos\varphi}{r^2}\,d\sigma$$

ou bien, en utilisant l'équation (2) et en désignant par θ_α, θ_β deux quantités *positives* dont la somme est égale à 1,

$$\frac{f_1}{e} \leq A - \theta_\beta\frac{A-B}{2}, \qquad \frac{f_1}{e} \geq B + \theta_\alpha\frac{A-B}{2}.$$

» Si donc on appelle Θ_β la valeur de θ_β correspondant au maximum A_1 du rapport $\frac{f_1}{e}$ et ϑ_α la valeur de θ_α correspondant à son minimum B_1, on aura

$$A_1 \leq A - \Theta_\beta\frac{A-B}{2}, \qquad B_1 \geq B + \vartheta_\alpha\frac{A-B}{2};$$

([1]) *Untersuchungen über das logarithmische und Newton'sche Potential.* Leipzig; 1877.

d'où

$$A_1 - B_1 \leq (A - B)\left(1 - \frac{\theta_\beta + \vartheta_\alpha}{2}\right).$$

» De là résulte qu'on peut assigner une quantité déterminée λ, positive et plus petite que l'unité, telle que, si l'on désigne par A_n le maximum et par B_n le minimum de $\frac{f_n}{e}$, on ait

$$A_n - B_n \leq \lambda^n (A - B).$$

» La différence entre le maximum et le minimum de $\frac{f_n}{e}$ tendant vers zéro, il s'ensuit que $\frac{f_n}{e}$ tend vers une constante. C. Q. F. D.

» Cette constante n'est pas nulle en général (elle ne l'est jamais quand la fonction f a partout le même signe). Le module de cette constante ne peut dépasser la plus grande valeur absolue du rapport $\frac{f}{e}$.

» Le théorème précédent peut servir à la détermination des fonctions qui satisfont, dans l'espace, à l'équation $\Delta\varphi = 0$ et qu'on assujettit en tous les points d'une surface convexe à diverses conditions (V ou sa dérivée suivant la normale donnée). »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure des conductibilités intérieures.* Note de M. **Morisot**, présentée par M. Debray.

« I. Nous appellerons, comme Fourier, *coefficient de conductibilité intérieure*, et nous désignerons par η la quantité de chaleur qui, pendant l'unité de temps, traverserait, d'une face à la face opposée, un cube de la substance étudiée ayant $0^m,01$ d'arête, les températures des deux faces considérées différant de 1°C., et les autres faces ne recevant ni ne cédant de chaleur.

» Soit un cylindre homogène et isotrope, perdant de la chaleur par sa surface latérale seulement; cherchons comment, en chaque instant, la température variera de l'axe à la surface.

» Ce cylindre peut être décomposé en couches concentriques. Appelons, pour une de ces couches :

r sa distance à l'axe;
dr son épaisseur;

h sa hauteur (c'est celle du cylindre);
θ sa température supposée constante pendant un temps très court dt.

» Cette couche reçoit de celle qui la touche intérieurement une quantité de chaleur mesurée par le produit

$$2\pi r h \eta \frac{d\theta}{dr} dt.$$

D'autre part, elle cède à la couche immédiatement extérieure une quantité de chaleur exprimée par le produit analogue

$$2\pi(r + dr) h \eta \frac{d(\theta + d\theta)}{dr} dt.$$

La perte totale, différence des deux produits précédents, se réduit à

$$(1) \qquad 2\pi h \eta \, dr \left(\frac{d\theta}{dr} + r \frac{d^2\theta}{dr^2} \right) dt.$$

» Mais si, pendant le même temps dt, la température de la couche a diminué de $\frac{d\theta}{dt} dt$, la quantité de chaleur perdue s'exprimera aussi par le produit

$$(2) \qquad \frac{d\theta}{dt} dt \times 2\pi r h \, dr \, \delta\gamma$$

(γ désigne la chaleur spécifique, et δ la densité du corps).

» En égalant les deux expressions (1) et (2) de la chaleur perdue, on obtient l'équation différentielle

$$(3) \qquad \frac{d^2\theta}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\theta}{dr} = \frac{\gamma\delta}{\eta} \frac{d\theta}{dt}.$$

» II. Dans nos travaux antérieurs (Notes du 5 avril 1880 et du 17 décembre 1883, et thèse inaugurale du 29 juillet 1882), nous avons montré qu'à partir d'une valeur suffisamment grande du temps on a

$$(4) \qquad \theta = \mathrm{P} e^{-mt},$$

P variant d'une couche à l'autre. Remplaçant dans l'équation (3) les dérivées tirées de l'expression (4), on obtient l'équation

$$(5) \qquad \frac{d^2\mathrm{P}}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\mathrm{P}}{dr} - \frac{m\delta\gamma}{\eta} \mathrm{P} = 0.$$

» Cette équation est satisfaite approximativement en posant

$$P = A + B \cos kr,$$

d'où

(6) $$P = A + B - B\frac{k^2 r^2}{2},$$

$$\frac{dP}{dr} = - Bk \sin kr;$$

soit

(7) $$\frac{dP}{dr} = - Bk^2 r,$$

$$\frac{d^2P}{dr^2} = - Bk^2 \cos kr;$$

soit

(8) $$\frac{d^2P}{dr^2} = - Bk^2 + B\frac{k^4 r^2}{2}.$$

» La substitution de ces valeurs (6), (7), (8) dans l'équation (5) donne

(9) $$k^2 = \frac{m\delta\gamma}{\eta}$$

et

(10) $$A = B.$$

» Enfin, en écrivant que, pour $r = 0$ (sur l'axe), P prend la valeur P_0 donnée par l'observation, et que, pour $r = R$ (c'est-à-dire à la surface), P prend la valeur également connue P_R, on arrive à exprimer, pour une couche quelconque, P par l'une des égalités suivantes

(11) $$P = P_0 - P_0\frac{m\delta\gamma}{4\eta}r^2$$

ou

(11 *bis*) $$P = P_0 - \frac{P_0 - P_R}{R^2}r^2.$$

» Des mesures directes m'ont prouvé l'exactitude de cette dernière formule.

» III. L'égalité entre les deux valeurs de P donne

(12) $$\eta = \frac{m\delta\gamma}{\eta}\frac{P_0}{P_0 - P_R}R^2.$$

» Mais cette expression peut être encore simplifiée : si p désigne le poids et C la capacité calorifique du cylindre, on a

$$\delta\gamma = \frac{p\gamma}{\pi R^2 h} \quad \text{ou} \quad \delta\gamma = \frac{C}{\pi R^2 h}.$$

et, par suite,

$$\eta = \frac{mC}{4\pi h\left(1 - \frac{P_0}{P_R}\right)}. \tag{12 bis}$$

» Ces quantités m, C, P_0 et P_R sont fournies par les expériences dont j'ai fait connaître le dispositif (*voir* les travaux ci-dessus rappelés). Mais la formule (12 *bis*) donne, pour le coefficient de conductibilité intérieure, une expression beaucoup plus simple, plus rigoureuse et plus facile à calculer que l'expression résultant de mes recherches antérieures. »

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de la quantité de bisulfate de potasse dans une liqueur étendue*. Note de M. E. **Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« Si l'on veut appliquer la mesure des conductibilités à l'évaluation *absolue* de la quantité de bisulfate de potasse, dans une liqueur étendue, on est arrêté par une première difficulté : c'est que l'on ne peut déterminer la conductibilité du bisulfate pur, ce sel étant toujours accompagné d'acide sulfurique et de sulfate de potasse, dans les dissolutions étendues.

» Toutefois, et pour le cas particulier que nous avons en vue, on peut, sans erreur notable, confondre les conductibilités moléculaires du bisulfate de potasse et du sulfate neutre. Si la molécule non décomposée de bisulfate constitue réellement *une molécule électrolytique unique*, ces conductibilités sont égales à la limite, et, dans des dissolutions contenant au plus $0^{éq},1$ par litre, leur différence doit être négligeable par rapport à la grande conductibilité de l'acide sulfurique.

» Cela posé, revenons à l'exemple cité dans ma dernière Communication (¹). Le mélange à volumes égaux de deux dissolutions de sulfate de potasse et d'acide sulfurique à $0^{éq},1$ contient, par litre,

$$\frac{0,1}{2}\left\{\begin{array}{l}(1-y)\mathrm{KO,SO^3} \\ y\mathrm{KO,HO,2SO^3} \\ (1-y)\mathrm{HO,SO^3}.\end{array}\right. \quad \left\{\begin{array}{l}\text{conduisant en-}\\ \text{semble comme}\end{array}\right\} \mathrm{KO,SO^3}.$$

(¹) *Voir* p. 1789 de ce Volume.

» Pour calculer la conductibilité d'un tel mélange, négligeons d'abord les effets d'inégale dilution de l'acide et des sels, étudiés antérieurement ([1]), c'est-à-dire écrivons que la conductibilité du mélange est la somme des conductibilités de ses éléments.

» Prenant pour unité la conductibilité du sulfate neutre à $24°,65$, celle de l'acide, à la même température, est 2,215, celle du mélange $C = 1,406$. y est déterminé par l'équation

$$(1) \qquad 1 + (1 - y)\, 2,215 = 1,406 . 2,$$

d'où

$$y = 0,184.$$

» La valeur ainsi obtenue est un peu grossière et toujours trop petite; mais elle peut servir à calculer des valeurs plus approchées, en tenant compte de la dilution. Après deux approximations successives, on trouve

$$y_2 = 0,225,$$

valeur d'une exactitude plus que suffisante ([2]).

» *Effet de la température.* — La conductibilité de l'acide sulfurique à

([1]) *Voir* p. 1699 de ce Volume.

([2]) L'équation qu'il faudrait résoudre ne peut être écrite que quand on connaît algébriquement la loi des conductibilités de chacun des corps mêlés. Il est plus simple de représenter celles-ci par des courbes et de procéder de la manière suivante :

Après avoir calculé x comme il a été dit (p. 1789) dans l'hypothèse d'une action chimique nulle, et au moyen des valeurs relevées sur les courbes, on connaît l'excès $x - C = e$ et l'excès $x - \mu = e'$. La valeur de y donnée par l'équation (1) correspond à l'excès e'. On aura une première valeur approchée

$$y_1 = \frac{e}{e'} y.$$

On calcule ensuite la conductibilité x_1 du mélange en admettant $1 - y_1$ d'acide sulfurique libre. Soit e_1 l'excès $x_1 - C$; la deuxième valeur approchée est

$$y_2 = \frac{e}{e - e_1} y_1.$$

On aurait de même

$$y_3 = \frac{e}{e - e_2} y_2,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

mais les excès e_1, e_2 tendent rapidement vers zéro, et l'on peut, en général, adopter la valeur y_2.

$0^{eq},1$ varie proportionnellement au facteur

$$1 + 0,02129t - 0,000147t^2;$$

celle du sulfate neutre, proportionnellement à

$$1 + 0,03333t.$$

» La conductibilité du mélange à volumes égaux fournit un facteur presque identique à celui de l'acide sulfurique. La diminution proportionnelle de conductibilité résultant du mélange croît donc avec la température. Il en est de même de la proportion de bisulfate. On trouve

Température.	y_2 (corrigé).
0°	0,137
24°,65	0,225

» Le bisulfate de potasse est donc surtout stable dans les liqueurs *chaudes et concentrées*.

» *Effet d'un excès de sulfate neutre ou d'acide.* — Plusieurs séries d'expériences, ramenées à une même température de 16°, m'ont donné, en moyenne, les valeurs suivantes de y_2 :

Proportions du mélange.	y_2 (corrigé).
$3KO, SO^3 + HO, SO^3$	0,300
$2KO, SO^3 + HO, SO^3$	0,237
$KO, SO^3 + HO, SO^3$	0,186
$KO, SO^3 + 2HO, SO^3$	0,227
$KO, SO^3 + 3HO, SO^3$	0,253
$KO, SO^3 + 4HO, SO^3$	0,280

» Les liqueurs qui ont servi à former ces mélanges étaient toujours à $0^{éq},1$ par litre.

» On voit que la proportion de bisulfate croît avec l'excès de l'un ou de l'autre des corps réagissants. Il semblerait même qu'un excès de sulfate neutre est plus favorable qu'un excès d'acide. Ce double résultat est la confirmation des conclusions tirées par M. Berthelot [1] de l'étude calorimétrique de mélanges plus concentrés ($m = 1^{éq}$ au lieu de $0^{éq},1$). Il en est de même de l'effet de la dilution, étudié dans ma dernière Note [2]. »

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 319, 320, 321.

(2) *Voir* p. 1790 de ce Volume.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décomposition des hyposulfites par les acides.* Note de M. G. **Foussereau**, présentée par M. Lippmann.

« Quand on verse un acide dans une dissolution d'un hyposulfite, la liqueur se trouble, comme on sait, au bout de quelques instants. Le radical acide des hyposulfites se dédouble en acide sulfureux et soufre laiteux qui se dépose peu à peu. Toutefois, quand on répète cette expérience avec des dissolutions de plus en plus étendues, le trouble est de plus en plus lent à apparaître : il ne se manifeste bientôt que par une nuance bleuâtre de la liqueur, et finit même par devenir insensible au delà d'une certaine dilution.

» Le phénomène chimique se produit-il simplement avec une lenteur croissante dans ces cas extrêmes, ou l'acide hyposulfureux se conserve-t-il intact dans la liqueur jusqu'au moment indéterminé où quelque circonstance accessoire provoque en un point de la masse le commencement de la réaction? La méthode reposant sur la mesure des résistances électriques est éminemment propre à trancher cette question.

» J'ai fait, dans ce but, un certain nombre de mesures sur des mélanges d'acide chlorhydrique et d'hyposulfite de soude, en proportions équivalentes, et à des degrés de dilution divers. Ces expériences m'ont conduit aux résultats suivants :

» 1° Si l'on opère sur un mélange contenant par litre $\frac{1}{12}$ d'équivalent des deux réactifs, et capable de se troubler dès les premiers instants, on observe que la résistance électrique s'accroît d'abord très rapidement, puis de plus en plus lentement, pour atteindre, au bout d'une dizaine de jours seulement, une limite sensiblement égale aux $\frac{3}{2}$ de la résistance primitive. La décomposition de l'acide hyposulfureux n'est donc pas complète dès le début; elle achève de se produire progressivement.

» 2° Si l'on opère sur des mélanges très étendus, contenant de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{2000}$ d'équivalent par litre, l'accroissement de résistance commence immédiatement à se produire, mais avec une extrême lenteur. Il s'accélère progressivement pendant les premiers jours, atteint un maximum de vitesse après un intervalle qui, pour la concentration de $\frac{1}{1200}$ d'équivalent par litre, embrasse environ quarante jours, puis se ralentit et s'arrête. La résistance finale est encore voisine des $\frac{3}{2}$ de la résistance primitive. Le phénomène s'accomplit du reste d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

» 3° Si l'on ajoute au mélange récemment préparé $\frac{1}{13}$ de sa masse d'un mélange ancien de même composition et déjà altéré, l'accroissement de la résistance, pendant les premiers jours, devient environ cinq fois plus rapide qu'il n'est sans cette addition. Le maximum de vitesse est atteint après une dizaine de jours seulement, et le phénomène entier, pris dans son ensemble, conserve une avance considérable. Avec $\frac{1}{26}$ de mélange ancien, la vitesse initiale d'altération est encore trois fois plus grande; l'accroissement est encore sensible pour une dose de $\frac{1}{100}$. Le soufre déjà formé, suspendu dans le liquide altéré, accélère donc, par sa présence, la précipitation de soufre nouveau. On peut comparer son action à celle d'un cristal de la substance dissoute dans une dissolution sursaturée. Le soufre octaédrique, finement pulvérisé et ajouté au liquide, paraît exercer une action de même sens, mais beaucoup moins sensible.

» 4° Quand on examine au microscope une goutte d'un mélange qui commence à se troubler, l'on y aperçoit une multitude de globules arrondis, d'une extrême petitesse. Ces globules, animés d'un mouvement brownien, s'agitent en tous sens dans le liquide, se heurtent et finissent par s'accoler les uns aux autres, formant des chapelets de grains qui, peu à peu, grossissent, deviennent immobiles et tombent au fond du liquide. Tout le précipité recueilli au fond des vases présente cette structure en granules arrondis.

» La ressemblance de ces chapelets avec certaines productions organiques m'avait d'abord fait penser qu'une fermentation pouvait être la cause déterminante du phénomène. Je me suis assuré qu'il n'en est rien, en opérant sur des liquides stérilisés par un maintien d'une demi-heure à la température de 100°. Ces liquides ont été chauffés dans des tubes concentriques séparés de l'atmosphère par une pointe effilée. Cette pointe ayant été fermée à la lampe, on a mêlé les liquides en renversant le récipient après leur refroidissement. Les phénomènes ordinaires se sont manifestés au bout du même temps sans aucune modification. L'hypothèse d'une fermentation doit donc être écartée.

» Quand on observe des mélanges au $\frac{1}{125}$ d'équivalent, le trouble apparaît après quelques heures. Le liquide qui n'a pas été additionné de mélange déjà altéré prend une teinte violacée opaline, et renferme des éléments solides très nombreux et extrêmement petits, qui finissent par s'amasser au fond sous l'apparence d'une espèce de gelée. Le liquide additionné de $\frac{1}{10}$ de mélange ancien prend au contraire une couleur blanche, et renferme des globules moins nombreux et plus gros qui s'amassent finale-

ment sous forme d'un dépôt grenu. Les globules de soufre ajoutés au liquide primitif jouent donc le rôle de noyaux qui s'accroissent aux dépens du liquide ambiant, en fixant à leur surface le soufre enlevé à l'acide hyposulfureux ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les vanadates ammoniacaux.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« I. *Vanadates de méthylamine.* — Quand on traite de l'acide vanadique soluble par un excès de méthylamine à froid, on obtient, après filtration, une liqueur incolore ou jaune-paille, à réaction très alcaline. Concentrée dans le vide, elle donne une belle cristallisation d'aiguilles incolores et transparentes, faciles à débarrasser de leur eau-mère sirupeuse, en les desséchant sur de la porcelaine poreuse. Ces cristaux sont très solubles dans l'eau, brunissent quand on les chauffe et deviennent presque noirs; ils donnent ensuite lieu à une flamme peu éclairante et laissent de l'acide vanadique; leur composition est celle du vanadate neutre de méthylamine $VO^5[C^2H^2(AzH^3),HO]HO$.

» Si, au lieu de laisser un excès d'alcali dans la liqueur, on lui ajoute de l'acide acétique, il se forme un précipité rouge soluble dans un excès d'acide, en donnant une solution rouge grenat. Elle abandonne, quand on l'évapore dans le vide, des cristaux transparents de même couleur et dérivant d'un prisme rhomboïdal; leur composition correspond à la formule $2VO^5[C^2H^2(AzH^3)HO],4HO$. Ces cristaux se réduisent en une poudre jaune orangé devenant vermillon foncé quand on la chauffe doucement; à température plus élevée elle s'enflamme comme le vanadate neutre et laisse un résidu d'acide vanadique.

» II. *Vanadates d'éthylamine.* — En traitant de l'acide vanadique soluble par un excès d'éthylamine, il se forme une liqueur jaunâtre, très alcaline, et qui ne filtre qu'avec lenteur; elle devient sirupeuse quand on l'évapore dans le vide, puis dépose les petits cristaux incolores, transparents, déliquescents et assez difficiles à débarrasser de leur eau-mère très sirupeuse; ces cristaux, très solubles dans l'eau, brunissent à la surface sous l'influence de la lumière et sont constitués par du vanadate neutre d'éthylamine $VO^5[C^4H^4(AzH^3)HO]$. Ils deviennent jaunâtres quand on

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

les chauffe, puis bouillonnent en dégageant les gaz combustibles et laissent finalement de l'acide vanadique comme résidu.

» Un excès d'acide acétique ajouté à la solution de vanadate neutre la change en une liqueur rouge qui dépose après concentration de beaux prismes transparents et rouges renfermant $2VO^5[C^4H^4(AzH^3),HO]$. Ceux-ci donnent une poudre orange devenant rouge foncé quand on la chauffe, puis ils brûlent comme de l'amadou en laissant de l'acide vanadique.

» L'éthylamine et la méthylamine se comportent donc en présence de l'acide vanadique comme la potasse, qui donne aussi un sel neutre très soluble; elles s'écartent de l'ammoniaque, dont le vanadate neutre se dissout fort peu dans l'eau froide.

» III. *Vanadate ammoniaco-magnésien.* — Il était intéressant de chercher à obtenir avec l'acide vanadique un sel analogue aux phosphate et arséniate ammoniaco-magnésiens, si caractéristiques des acides phosphorique et arsénique; je n'ai pas pu y arriver.

» Le vanadate d'ammoniaque est très peu soluble dans les solutions ammoniaco-magnésiennes concentrées à cause du chlorhydrate d'ammoniaque qu'elles renferment; dans les liqueurs étendues qui le dissolvent mieux, il ne donne aucun précipité; la liqueur évaporée à chaud donne du vanadate d'ammoniaque quand on la laisse refroidir; puis, ultérieurement, de beaux cristaux exempts de vanadium et formés par le chlorure double $AzH^4Cl, MgCl, 2HO$.

» Un excès de chlorure de magnésium ajouté à une solution chaude et saturée de vanadate d'ammoniaque ne la trouble pas; le mélange concentré à l'ébullition devient jaunâtre en perdant un peu d'ammoniaque, mais il ne dépose que du vanadate ammoniacal mêlé de quelques très petits cristaux de bivanadate de magnésie et, ultérieurement, des aiguilles de chlorure de magnésium; la même liqueur, additionnée d'un peu d'ammoniaque pour empêcher la décomposition du vanadate d'ammoniaque à 100°, reste incolore et alcaline; elle dépose un peu de magnésie, puis, après filtration, du vanadate d'ammoniaque et plus tard du chlorure de magnésium.

» Enfin l'ammoniaque ajoutée à une solution de vanadate neutre de magnésie détruit ce sel en donnant un mélange de magnésie hydratée et de vanadate d'ammoniaque; la liqueur filtrée retient de la magnésie dissoute dans l'ammoniaque et le vanadate d'ammoniaque qu'elle renferme; mais elle ne donne, quand on l'évapore, qu'un mélange de magnésie et

de vanadate d'ammoniaque. Il semble donc que les vanadates de magnésie ne puissent pas exister en présence de l'ammoniaque, et que la combinaison de cette base avec l'acide vanadique dégage plus de chaleur que l'union de la magnésie avec ce même acide.

» IV. *Vanadates doubles ammoniacaux.* — Une solution de vanadate d'ammoniaque rendue fortement acide par de l'acide acétique, puis mélangée à une solution étendue et froide de silicate de potasse, acidifiée de la même façon, donne une liqueur rouge; celle-ci, concentrée dans le vide, ne tarde pas à déposer de beaux prismes rouges, transparents, faciles à séparer de l'eau-mère, qui ne se prend en gelée que lorsqu'on la concentre davantage. Ces cristaux perdent de l'eau sans changer de forme quand on les chauffe doucement, puis ils deviennent noirs en dégageant de l'ammoniaque, et laissent un résidu qui fond au rouge; leur composition est exprimée par la formule $5VO^5, KO, 2AzH^4O, 9HO$, que l'on peut écrire, puisqu'ils prennent naissance au milieu d'une liqueur acide,

$$2VO^5, KO + 3VO^5, 2AzH^4O + 9HO.$$

» Les choses se passent de la même manière quand on substitue le silicate de soude à celui de potasse; on peut même opérer dans des liqueurs chaudes, qui déjà en se refroidissant déposent quelques paillettes, et qui, après concentration dans le vide, donnent un dépôt abondant de belles paillettes, brillantes, rouge orangé, qui renferment

$$5VO^5NaO, 2AzH^4O, 15HO$$

ou, par la même raison que précédemment

$$2VO^5NaO + 3VO^5, 2AzH^4O + 15HO.$$

» V. En résumé, l'étude générale des vanadates, préparés par voie sèche ou par voie humide, montre que tous ces composés se rapportent à quelques types bien définis et de formules simples, savoir :

» $3VO^5, MO$; $2VO^5, MO$; $3VO^5, 2MO$ pour les acides;

» VO^5, MO pour les vanadates neutres;

» $VO^5, 2MO$; $VO^5, 3MO$; $VO^5, 4MO$ pour les sels basiques, abstraction faite de l'eau, dont la quantité varie suivant les circonstances dans lesquelles s'effectue la cristallisation. Je n'ai pas rencontré de composés plus complexes, présentant en particulier la formule $5VO^5, 3MO$ attribuée à certains sels par quelques auteurs; il est à remarquer cependant que c'est

précisément là la formule brute des sels doubles précédemment décrits; mais, comme ceux-ci se forment dans une liqueur acide, il paraît naturel de les considérer comme une combinaison de deux sels acides, capables tous deux de prendre naissance dans les mêmes circonstances; je serais conduit par là à penser que les sels auxquels la formule $5VO^5, 3MO$ a été attribuée, s'ils ont été obtenus bien purs, doivent être regardés comme des sels doubles renfermant un seul métal; ils seraient alors des combinaisons d'un bivanadate avec le sesquivanadate correspondant, et leur composition serait représentée par la formule $2VO^5, MO + 3VO^5, 2MO$. »

CHIMIE. — *Solubilité de l'acide urique dans l'eau.* Note de MM. **Ch. Blarez** et **G. Denigès**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons appliqué à la détermination de la solubilité de l'acide urique dans l'eau le procédé de dosage par le caméléon, indiqué dans notre précédente Note (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 789).

» Les résultats des nombreuses expériences que nous avons faites à ce sujet peuvent être traduits par une courbe dont les abscisses représentent les températures, et les ordonnées les quantités exprimées en milligrammes d'acide urique dissous par 100^{gr} d'eau.

» La formule d'interpolation que nous en avons déduite

$$x = 2 + 0,15t + 0,0020t^2 + 0,000025t^3$$

répond très rigoureusement aux données expérimentales, ainsi qu'on peut s'en convaincre en comparant les chiffres suivants :

100^{gr} *d'eau dissolvent d'acide urique.*

Températures.	Nombres expérimentaux.	Nombres calculés.	Différences.
°	mgr	mgr	mgr
0..........	2	2	0
10..........	3,7	3,7	0
20..........	6	6	0
30..........	8,8	8,9	+0,1
40..........	12,2	12,8	+0,6
50..........	17	17,6	+0,6
60..........	23	23,6	+0,6
70..........	30,50	30,8	+0,3
80..........	39	39,6	+0,6
90..........	49,8	49,9	+0,1
100..........	62,50	62	+0,5

» Dans le cours de nos recherches nous avons rencontré un certain nombre de faits que nous devons signaler.

» La détermination de la solubilité de l'acide urique dans une solution de ce corps saturée à l'ébullition et refroidie jusqu'à la température considérée, en présence d'un excès d'acide urique cristallisé, ne peut donner des résultats satisfaisants à cause de l'extrême facilité avec laquelle les solutions uriques se sursaturent et de la formation à température un peu élevée de produits d'hydratation de l'acide urique qui absorbent énergiquement le caméléon, de telle sorte que, selon la rapidité du refroidissement, un même volume de ces solutions décolore des quantités variables de permanganate de potasse.

» Ainsi, dans des expériences que résume le Tableau suivant, nous avons fait varier la durée du refroidissement d'une demi-heure à six jours, en plaçant les solutions successivement dans des étuves chauffées à des températures intermédiaires entre 100° et 10°, ou dans de l'eau glacée quand il s'agissait d'obtenir rapidement le refroidissement des liqueurs à + 10°. Ainsi 100^{gr} de solution urique filtrée décolorent une quantité de caméléon correspondant en acide urique à :

Durée totale du refroidissement.	mgr
½ heure	3,9
1 heure	4,3
2 heures	4,4
2 jours	5,15
6 jours	5,60

» Des résultats du même ordre ont été obtenus à des températures plus élevées.

» C'est ainsi qu'une solution refroidie de 100° à + 30°, dans un espace de temps de douze heures, a absorbé une proportion de caméléon correspondant à 11^{mgr},84 d'acide urique et à 27^{mgr},80 pour un refroidissement d'une durée de six jours.

» Au contraire, lorsqu'on opère sur des solutions d'acide urique faites par contact prolongé et avec agitation fréquente, à la température où l'on veut déterminer le coefficient de solubilité, les chiffres obtenus deviennent constants à condition toutefois de ne pas dépasser une certaine limite dans la durée du contact, surtout aux températures élevées, afin d'éviter la production des dérivés d'hydratation.

» 100^{gr} de solution urique filtrée décolorent une quantité de caméléon correspondant en acide urique à :

Durée du contact avec agitation continue.	mgr
2 heures................	3,7
4 heures................	3,7
6 heures................	3,7
3 jours.................	3,65
4 jours.................	3,7
6 jours.................	3,8

» Nous avons observé, pour la température de $+10^{\circ}$ du moins, que le maximum de solubilité était atteint par un contact de très courte durée : nous continuons cette étude pour d'autres températures.

» Le manuel opératoire suivi par nous consiste à faire barboter un rapide courant d'air saturé de vapeur d'eau à la température où l'on opère, à travers une série de flacons renfermant environ 250^{cc} d'eau pour 1^{gr} d'acide urique chimiquement pur et placés dans une étuve de Wiesnegg pour les températures supérieures à 60°, dans celle de d'Arsonval pour les températures inférieures.

» On fait une série de déterminations de quatre heures en quatre heures sur 100^{cc} ou 200^{cc} des solutions filtrées à la température de l'étuve et en employant une solution centi-normale de caméléon pour les basses températures, déci-normale pour les températures élevées.

» Comme la filtration des liquides tenant en suspension de l'acide urique se fait très mal dans les filtres ordinaires, même dans ceux dont le papier est à texture serrée, il est indispensable d'employer des filtres préparés à la poudre de papier, selon le procédé de M. Lecoq de Boisbaudran; on obtient ainsi des solutions uriques absolument limpides.

» Il est enfin indispensable de purifier soigneusement l'acide urique qui doit servir à ces déterminations, le produit du commerce renfermant toujours une certaine proportion de substances étrangères. »

CHIMIE. — *Sur le chlorhydrate de chlorure ferrique.* Note de M. **Paul Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, p. 1708), M. Engel annonce qu'il est parvenu à préparer un chlorhydrate de chlorure ferrique. « Ce corps,

» dit-il, a été entrevu par M. Sabatier (*Comptes rendus*, 1881), qui n'est » pas arrivé à l'isoler. »

» Je ferai remarquer que, dès 1881 (*Bulletin de la Société chimique*, 2ᵉ série, p. 197; 1881), j'ai obtenu le chlorhydrate de chlorure ferrique, et fixé sa composition.

» Je le préparais en saturant de gaz chlorhydrique les cristaux rouges de $Fe^2Cl^3, 5HO$, puis refroidissant la liqueur jaune verdâtre ainsi formée; ou bien, à la température ordinaire, en saturant de gaz chlorhydrique un mélange de perchlorure de fer anhydre et de cristaux rouges à 5 HO. Ce sont des lamelles translucides rectangulaires d'un brun jaunâtre, extrêmement déliquescentes. D'après les analyses que j'ai publiées, je leur ai assigné la formule (en équivalents)

$$Fe^2Cl^3, HCl, 4HO$$

(ou, en notations atomiques, $Fe^2Cl^6, 2HCl, 4H^2O$).

» C'est précisément la composition que vient de retrouver M. Engel, qui les prépare d'ailleurs par un procédé absolument identique à ma première méthode. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Étude sur les réactions des vanadates au point de vue de l'analyse chimique*. Note de M. **Ad. Carnot**.

« J'ai montré que l'acide vanadique forme avec la *baryte* un sel insoluble dans l'eau contenant du sel ammoniac et très peu d'ammoniaque libre et que, dans les mêmes conditions, les sels de *strontiane* ne donnent aucun précipité, caractères qui peuvent être mis à profit soit pour le dosage de l'acide vanadique, soit pour la séparation de la baryte et de la strontiane [1].

» *Chaux et magnésie*. — Les sels de chaux et ceux de magnésie se conduisent comme ceux de strontiane et ne fournissent aucun précipité dans des solutions étendues. On sait qu'il en est autrement avec les acides phosphorique et arsénique. En solutions concentrées et fortement ammoniacales, il se fait un dépôt partiel de vanadate, qui rend inexacte la séparation de ces acides au moyen des sels de magnésie et oblige à recommencer la précipitation du phosphate ou de l'arséniate.

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 20 juin 1887.

» *Alumine.* — Lorsqu'on neutralise une solution acide contenant de l'acide vanadique et de l'alumine, celle-ci, en précipitant, entraîne de l'acide vanadique. On ne parvient pas à les séparer complètement en répétant l'opération, même un grand nombre de fois. On n'y réussit pas non plus en précipitant l'alumine à l'état de phosphate en liqueur faiblement acétique, ni en employant le sulfhydrate d'ammoniaque. La présence de traces de vanadium est toujours accusée par la coloration brunâtre que prend l'alumine au contact du sulfhydrate d'ammoniaque.

» *Chrome.* — Le sesquioxyde de chrome fixe également l'acide vanadique et peut même le retenir en totalité, s'il est en quantité suffisante, quand on le précipite soit par l'ammoniaque, soit par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» *Uranium; dosage à l'état de vanadate d'urane.* — Les sels d'urane précipitent complètement l'acide vanadique, non seulement quand la liqueur est rendue ammoniacale, mais aussi en présence d'une faible quantité d'acide acétique libre, comme on sait qu'ils précipitent l'acide phosphorique et l'acide arsénique. Cette réaction peut être utilisée pour le dosage de l'acide vanadique.

» On neutralise presque entièrement par l'ammoniaque la solution supposée acide; on y ajoute quelques grammes d'acétate d'ammoniaque et une quantité suffisante d'azotate d'urane, puis on porte à l'ébullition. Il se fait un précipité jaune, de teinte analogue au sulfure d'arsenic.

» On s'assure que le réactif est en excès, en prenant avec la baguette de verre une goutte du liquide et la déposant sur une assiette en contact avec une goutte de ferrocyanure de potassium; celle-ci doit être colorée en brun par le sel uranique, s'il en reste dans la dissolution.

» Le précipité est reçu sur un filtre, lavé à l'eau pure, puis séché et séparé du papier, qu'on brûle à part. La composition du précipité desséché à 100° est

$$VaO^5, 2U^2O^3, AzH^4O + HO;$$

grillé à l'air, au rouge, il perd l'eau et l'ammoniaque contenues et prend une coloration jaune pâle.

» Il renferme alors 24,22 pour 100 d'acide vanadique, conformément à la formule

$$VaO^5, 2U^2O^3.$$

» Le dosage sous cette forme ne réussit pas seulement en présence des alcalis et des terres alcalines, mais aussi avec la plupart des oxydes

métalliques, dont les acétates résistent à l'ébullition. Il convient notamment pour isoler l'acide vanadique des oxydes de manganèse, de zinc et de cuivre qui l'accompagnent dans un certain nombre de vanadates naturels.

» Mais il faut observer que le sel d'urane ne peut servir à séparer l'acide vanadique ni des acides phosphorique et arsénique, qui se trouvent fréquemment dans les mêmes minerais, parce qu'ils sont entièrement précipités, ni de l'acide molybdique ou de l'acide tungstique, qui sont, du moins en partie, précipités par le même réactif.

» *Fer.* — L'acide vanadique est partiellement entraîné dans la précipitation du peroxyde de fer; mais il n'est pas aussi difficile de le séparer de cette base que de l'alumine ou du chrome. On y réussit au moyen de l'ammoniaque ou de l'acétate d'ammoniaque, ou encore du sulfhydrate d'ammoniaque, en répétant plusieurs fois l'opération.

» *Manganèse; dosage à l'état de vanadate de manganèse.* — Le protoxyde de manganèse forme avec l'acide vanadique un composé bien défini et insoluble, qui peut être utilement employé au dosage du vanadium.

» La solution vanadique est additionnée de sel ammoniac et d'ammoniaque en léger excès et portée à l'ébullition. On y verse alors du chlorure ou du sulfate de manganèse, mêlé de sel ammoniac, et l'on entretient l'ébullition pendant deux ou trois minutes. On retire du feu la fiole, qui doit répandre encore une faible odeur ammoniacale, on la plonge dans l'eau froide, on la bouche et l'on attend que la liqueur soit éclaircie, puis on procède à la filtration et au lavage avec de l'eau froide.

» Le précipité est d'un jaune brunâtre; c'est un vanadate bimétallique, ne renfermant pas d'ammoniaque. Il ne doit pas être mêlé de parties brunes, qui seraient dues à une peroxydation par l'air de la solution ammoniacale de manganèse. Par dessiccation, il passe au brun clair et, par calcination, au brun rougeâtre. Il renferme alors 56,25 pour 100 d'acide vanadique et répond à la formule

$$VaO^5, 2MnO.$$

» L'acide vanadique ne peut pas être séparé de cette façon de l'acide phosphorique ou de l'acide arsénique, car ces deux acides sont entièrement précipités dans des conditions semblables. On pourrait, dans certains cas, les doser par la même méthode.

» L'acide tungstique est, lui aussi, mais seulement en partie, précipité par ébullition avec le sel de manganèse.

» L'acide molybdique, au contraire, reste intégralement dans la disso-

lution ammoniacale, surtout si l'on ne prolonge pas trop longtemps l'ébullition. On peut ensuite l'y doser en précipitant le manganèse par le sulfhydrate d'ammoniaque, et ensuite le sulfure de molybdène par l'acide chlorhydrique.

» J'ai pu vérifier que la *séparation du vanadium et du molybdène* se fait ainsi avec une grande exactitude : j'ai pris 10^{cc} d'une solution de vanadate d'ammoniaque (contenant $0^{gr},077$ de VaO^5), et j'y ai ajouté $0^{gr},200$ d'acide molybdique, fournissant, par calcination directe dans l'hydrogène sulfuré, $0^{gr},187$ de MoS^2. En opérant comme je viens de le dire, j'ai trouvé, après séparation des deux substances, $0^{gr},137$ de $VaO^5,2MnO$, correspondant précisément à $0^{gr},077$ de VaO^5, et, d'autre part, $0^{gr},188$ de MoS^2.

» La précipitation de l'acide vanadique par un sel de manganèse fournit un moyen commode pour son extraction des solutions alcalines ou ammoniacales où il se trouve. Il suffit, en effet, de le précipiter, à chaud ou à froid, à l'état de vanadate de manganèse, puis de le calciner avec du soufre ou dans un courant lent d'hydrogène sulfuré, et de reprendre ensuite par de l'acide chlorhydrique étendu de 15 ou 20 fois son volume d'eau. Le sulfure de manganèse est facilement dissous, tandis que le sulfure de vanadium calciné reste complètement inattaqué. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'identité du dambose et de l'inosite.* Note de M. **Maquenne**, présentée par M. Friedel.

« Dans une série de recherches fort importantes sur la composition des sucs de différentes plantes à caoutchouc, M. Aimé Girard a signalé trois principes immédiats nouveaux : la *dambonite*, la *bornésite* et la *matézite*, qu'il a extraits des gommes du Gabon, de Bornéo et de Madagascar (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 820; t. LXXIII, p. 426, et t. LXXVII, p. 995).

» Ces corps se comportent comme les méthylines des *dambose*, *bornéodambose* et *matézodambose*, substances sucrées particulières, non réductrices, non fermentescibles, et que M. Girard a pu isoler en décomposant leurs dérivés méthyliques par l'acide iodhydrique : il se dégage alors de l'iodure de méthyle.

» Ayant eu occasion récemment d'étudier un échantillon remarquablement pur de dambonite, fourni par la maison Billault et préparé d'après

les indications de M. Girard avec le caoutchouc du Gabon, j'ai reconnu que le dambose est identique en tous points avec l'inosite dont j'ai donné précédemment la constitution (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 225).

» 10^{gr} de dambonite ont été chauffés vers 120°, au réfrigérant descendant, avec un excès d'acide iodhydrique bouillant à 127°; on a recueilli, dans l'espace d'une heure, 10^{gr}, 2 d'iodure de méthyle chimiquement pur, distillant en totalité à 43°, 8 et, en précipitant le résidu par l'alcool, 7^{gr} environ de dambose, facile à purifier par de simples lavages à l'alcool et à l'éther.

» Le dambose ne se combine pas à la phénylhydrazine; de même que l'inosite, il se dépose de ses dissolutions acétiques à l'état anhydre, et de ses dissolutions aqueuses en cristaux efflorescents à deux molécules d'eau.

» La forme cristalline du dambose hydraté est identique à celle de l'inosite : ces deux matières se présentent en prismes clinorhombiques dont les faces les plus visibles sont m, p, g^1 et a^1. Les cristaux sont très aplatis parallèlement à g^1 et offrent l'aspect de lames minces et larges.

» Le point de fusion et la solubilité du dambose sont les mêmes que ceux de l'inosite : 4^{cc} d'une dissolution saturée, à 23°, 6, mesurés avec la même pipette, ont pesé 4^{gr}, 185 pour l'inosite, 4^{gr}, 187 dans le cas du dambose.

» La limite d'éthérification par l'anhydride acétique est la même que pour l'inosite : pour le démontrer, on a chauffé séparément, à l'ébullition, 1^{gr} d'inosite et 1^{gr} de dambose, tous deux anhydres, avec 4^{cc} d'anhydride acétique et un fragment de chlorure de zinc fondu. Après trois minutes, la réaction était terminée dans les deux cas : par addition d'eau, on a alors précipité les acétines qui, après lavage et dessiccation, ont présenté sensiblement le même poids, très voisin du rendement théorique calculé dans l'hypothèse d'une hexacétine. Ce fait prouve déjà, sans qu'il soit besoin d'aucune analyse, que le dérivé acétique du dambose est une hexacétine, car tout éther moins acétylé donnerait nécessairement un rendement plus faible.

» En outre, l'acétine du dambose fond à la même température que l'hexacétine de l'inosite et renferme la même quantité de carbone acétique.

» Enfin le dambose donne la réaction de Scherer, et l'on a pu le transformer, par la même méthode qui a été décrite, au sujet de l'inosite (*Comptes rendus*, t. CIV, p. 297), en tétraoxyquinone, immédiatement reconnaissable à son aspect spécial.

» Le Tableau suivant donne un résumé de tous nos essais comparatifs sur l'inosite et sur le dambose : les chiffres indiquant la solubilité à 23°,6 représentent le poids de matière anhydre dissoute dans 100gr de dissolution.

» On désigne sous le nom de *rendement absolu* le poids d'hexacétine fourni par 100gr d'inosite ou de dambose anhydre, et enfin, sous le nom de *rendement relatif*, le rapport du rendement absolu au rendement théorique, qui est de 240 pour 100 :

		Inosite.	Dambose.
Eau d'hydratation		16,60 %	16,40 %
Point de fusion (n. c.)		218°	218°
Forme cristalline (1)	$m:m$	89°	89°
	$m:g^1$	135°30′	135°30′
	$p:m$	105°	105°15′
	$a^1:p$	109°57′	109°55′
Solubilité à 23°,6		12,4	12,3
Rendement en hexacétine.	absolu	229	228
	relatif	0,954	0,950
Fusion de l'hexacétine (n.c.)		211°	211°
Carbone acétique dans l'hexacétine		33,4 %	33,1 %

» Il ressort évidemment de cette comparaison que le dambose est rigoureusement identique à l'inosite des feuilles ou des muscles, et que la dambonite doit être considérée comme la diméthyline de l'inosite.

» Le nom de dambose, faisant ainsi double emploi, doit donc être rayé de la nomenclature chimique et remplacé par celui d'inosite, qui, outre sa priorité, présente l'avantage de mieux rappeler, par sa terminaison, les analogies que ce corps présente avec les alcools polyatomiques, tels que la mannite, la dulcite ou la quercite. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un hydrate de carbone contenu dans le gland du chêne*. Note de MM. **Camille Vincent** et **Delachanal**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons entrepris la préparation de la quercite, d'après le procédé indiqué par M. Prunier (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XV), que nous avons modifié en ce qui concerne le traitement des eaux mères.

---

(1) Les chiffres relatifs à l'inosite sont empruntés au Mémoire de MM. Tanret et Villiers (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 392).

» Les liqueurs sirupeuses refusant de cristalliser ont été débarrassées de la presque totalité des sels de potasse et de chaux qui y étaient concentrés, et qui s'opposaient à la cristallisation de la quercite, en employant l'acide sulfurique et l'alcool.

» Nous avons, à cet effet, dosé la potasse et la chaux contenues dans les liqueurs à l'état de sels organiques, et nous avons calculé la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour transformer ces bases en sulfates.

» Les eaux-mères étendues d'eau, additionnées de la proportion convenable d'acide sulfurique faible, ont été concentrées dans le vide au bain-marie, jusqu'à formation d'un abondant dépôt salin. On a alors ajouté de l'alcool de façon à doubler le volume du liquide, ce qui a déterminé la précipitation de la presque totalité des sulfates de potasse et de chaux, qu'on a séparés par filtration.

» Enfin, la liqueur a été concentrée dans le vide jusqu'à consistance sirupeuse; elle a donné une abondante cristallisation de quercite qu'on a purifiée par cristallisations répétées dans l'eau alcoolisée.

» Nous avons observé que les dernières cristallisations par évaporation lente à basse température fournissaient une petite quantité de cristaux de forme différente de ceux de la quercite, et qui s'effleurissaient rapidement à l'air ou dans le vide. Nous avons séparé ces cristaux effleuris et opaques, pour les purifier par cristallisations successives.

» Nous avons reconnu que nous avions une matière organique nouvelle.

» *Propriétés physiques.* — Cristallisée dans l'eau par évaporation à basse température, elle se présente en prismes hexagonaux volumineux, transparents, hydratés, s'effleurissant très rapidement à l'air en devenant opaques.

» Conservés dans un tube fermé, à une température d'environ 30°, ces cristaux restent vitreux, mais ils abandonnent néanmoins leur eau qui mouille le tube. Si on les examine alors au microscope, on voit qu'ils sont formés d'un grand nombre de petits prismes clinorhombiques, qui sont anhydres; il y a donc eu pseudomorphisme.

» Les cristaux effleuris à l'air présentent le même aspect au microscope.

» Les cristaux hydratés, ou les cristaux anhydres, dissous dans l'eau chaude, laissent toujours déposer des cristaux anhydres clinorhombiques et brillants. Les cristaux hydratés ne se forment qu'à basse température.

» Anhydre, la matière fond à la haute température de 340° (non corrigée), sans altération; mais elle brunit rapidement si l'on élève davantage la température, puis elle se boursoufle en dégageant des gaz et une odeur de sucre brûlé, enfin le résidu s'incinère.

» Ce produit est peu soluble dans l'eau : 100 parties d'eau à 15° en dissolvent 1,51. La solubilité est beaucoup plus forte à chaud. Il est insoluble dans l'alcool bouillant.

» Examinée au polarimètre, sous $0^m,40$ d'épaisseur, une solution saturée de la matière s'est montrée dépourvue de pouvoir rotatoire. La matière est donc inactive.

» *Composition. — Propriétés chimiques.* — A l'analyse, la matière anhydre a donné les résultats suivants :

	Calculé pour un hydrate de carbone. Pour 100.	Trouvé pour 100.
C	6,66	6,80
H	40,00	39,40
O	53,34	53,80

» Pour déterminer la nature de cet hydrate de carbone, nous l'avons traité par l'anhydride acétique au bain d'huile à 130° pendant trois heures. Par refroidissement, il s'est déposé de longs prismes rhombiques, qui ont été lavés à l'éther, puis cristallisés dans l'alcool bouillant.

» Ces cristaux, insolubles dans l'eau et dans l'éther, fondent à 301° (temp. corr.) et se volatilisent facilement, pour se condenser en houppes déliées.

» Traité en tube scellé à 100° par une solution alcoolique de potasse, ce produit se dissout d'abord complètement, puis se saponifie en régénérant le produit primitif, susceptible de reproduire le même dérivé acétylé, ainsi que nous l'avons obtenu.

» Nous avons trouvé que 100 parties de ce dérivé acétylé produisaient 83 parties d'acide acétique. Cette proportion s'accorde avec la composition $C^6H^6(C^2H^3O^2)^6$ qui donnerait 83,3 pour 100 d'acide acétique.

» On est conduit ainsi à la composition $C^6H^6(OH)^6$ pour le produit primitif, qui est celle d'un alcool hexatomique.

» Ce produit ne fermente pas sous l'influence de la levure de bière. Il ne réduit pas la liqueur de Fehling, même après ébullition préalable avec un acide faible. Il ne se colore pas par la soude étendue et bouillante.

» Le nitrate d'argent ammoniacal additionné de soude est réduit par le produit. La phénylhydrazine en dissolution acétique chaude ne donne point de combinaison.

» Évaporé sur une lame de platine avec de l'acide azotique, puis le résidu traité par du chlorure de calcium ammoniacal et évaporé de

nouveau à sec, le produit donne une coloration rose, comme le ferait l'inosite. C'est donc à tort que l'on considère cette réaction comme caractéristique de l'inosite.

» En résumé, la matière que nous avons rencontrée, à laquelle nous proposons de donner le nom de *quercine*, est un alcool hexatomique, se rapprochant beaucoup de l'inosite, avec laquelle elle est isomérique, mais dont elle diffère essentiellement, notamment par :

» 1° La cristallisation;

» 2° Le point de fusion 342, au lieu de 217 pour l'inosite;

» 3° Par le point de fusion de son dérivé hexacétylé, qui est de 301 (corrigé), au lieu de 212 pour le dérivé correspondant de l'inosite;

» 4° Par la solubilité dans l'eau, l'inosite se dissolvant dans dix fois son poids à 10°, tandis que cette matière en exige soixante-six fois son poids à 15°.

» La faible quantité de matière dont nous avons pu disposer ne nous a pas permis d'approfondir davantage l'étude de ce composé, que nous espérons reprendre plus tard. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mononitroacénaphtène*. Note de M. **E. Jandrier**, présentée par M. Berthelot.

« Ce corps se forme lorsqu'on ajoute goutte à goutte de l'acide nitrique de 1,34 de densité à une solution saturée chaude d'acénaphtène dans l'acide acétique glacial; on peut aisément le purifier par cristallisation dans l'alcool, l'éther ou l'acide acétique; très soluble à chaud dans ces dissolvants, il se dépose par refroidissement en houppes soyeuses blanches fusibles à 155°. Sublimé à basse température, il fournit des aiguilles jaune clair.

» Facilement réduit à chaud, surtout en liqueur alcoolique, par le zinc et l'acide chlorhydrique ou par le fer et l'acide acétique, il donne un dérivé amidé se colorant en bleu violet par une oxydation ménagée et en vert avec formation d'un précipité de même couleur lorsqu'on le traite par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique ou par l'hypochlorite de chaux.

» Le dérivé diazoïque de cet amidoacénaphtène fournit avec le phénol une matière colorante jaune, avec le β-naphtol ou ses acides disulfonés des écarlates et des ponceaux. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'un double horizon de schistes carburés dans le silurien des Pyrénées centrales*. Note de M. J. Caralp, présentée par M. Hébert.

« Dans son important travail sur les Pyrénées de la Haute-Garonne, Leymerie reconnaît, au-dessus des gneiss et micaschistes fondamentaux, la présence de deux horizons géologiques distincts : à la base, des schistes rubanés siliceux ou pétrosiliceux, jusqu'ici azoïques; à la partie supérieure, des schistes carburés avec bancs calcaires, renfermant quelques fossiles caractéristiques.

» Que représente cette double zone?

» Les schistes carburés et les calcaires qui leur sont subordonnés n'ayant guère donné d'autres fossiles que ceux de la faune troisième de Bohême (*Cardiola interrupta, Orthoceras bohemicum*, etc.), Leymerie les rattachait, à juste titre, au silurien supérieur; par suite, les schistes pétrosiliceux sous-jacents, séparés nettement des premiers par leur composition, leur faciès et aussi une faible discordance de stratification, semblaient naturellement désignés pour tenir la place du silurien inférieur ou cambrien. Telle était la manière de voir du grand géologue pyrénéen; tel est le principe d'après lequel il a classé les dépôts les plus anciens de la Haute-Garonne.

» Or des études poursuivies pendant plusieurs années dans les hauts massifs des Pyrénées centrales m'ont donné la conviction qu'il existe dans le silurien de la chaîne, d'une manière à peu près constante, non une zone unique de schistes carburés, mais deux zones séparées par un puissant système de dalles argilo-calcaires et de schistes ardoisiers.

» Ce système schisto-calcaire ne fait pas défaut dans la Haute-Garonne; il n'avait pas, d'ailleurs, échappé à Leymerie, ainsi que l'attestent la plupart de ses coupes et particulièrement celle de la Maladetta à Montrejeau, le long de la Pique; celle aussi du val d'Aran, par Saint-Béat : c'est à cette zone, notamment, qu'appartiennent les schistes ardoisiers des Arguts et du bas Larboust, les dalles de la Cigalère, de Guran, de Cier-de-Luchon, exploitées en divers lieux comme matériaux de construction. Mais, se laissant tromper par un certain éclat satiné, fréquent dans le dévonien des Pyrénées, Leymerie place à la base de ce terrain ces diverses masses minérales qu'il désigne sous le nom de *dalles lustrées;* c'est ainsi que, dans sa

coupe de la vallée de la Pique, il représente les dalles de Guran comme étant pincées dans un pli synclinal, formé, au nord, par les schistes carburés de Bachos, au sud, par ceux de Lège, schistes qui, pour lui, seraient en continuité dans la profondeur et appartiendraient, par suite, au même horizon. D'après ce géologue, la succession, en allant du haut vers le bas, serait donc la suivante :

3° Dalles lustrées de Guran..............	Dévonien inférieur.
2° Schistes carburés de Bachos et de Lège.	Silurien supérieur.
1° Schistes satinés et pétrosiliceux........	Silurien inférieur ou cambrien.

» Mais le plissement invoqué pour établir cette succession est loin d'être justifié par l'allure même des couches : toutes, en effet, plongent vers le nord en parfaite concordance, sans affecter aucune disposition symétrique; d'ailleurs, les schistes de Lège et ceux de Bachos, quoique ayant la même livrée noirâtre, diffèrent entre eux par leurs caractères lithologiques et, comme nous le verrons, par leur faune; il s'ensuit que les dalles de Guran qui, stratigraphiquement, sont intermédiaires à ces deux ordres de schistes, le sont aussi au point de vue chronologique. Ce résultat, dont j'ai vérifié la généralité par l'étude comparative des autres vallées pyrénéennes, modifie la succession ainsi qu'il suit :

4° Schistes carburés de Bachos (zone carburée supérieure);
3° Dalles lustrées de Guran;
2° Schistes carburés de Liège (zone carburée inférieure);
1° Schistes satinés siliceux et pétrosiliceux.

» La zone carburée supérieure, surtout anthraciteuse, est sur le prolongement des couches de Marignac et relève comme elles du silurien supérieur : à cette zone appartiennent les graptolites que j'ai découverts à Bachus même, en octobre 1884 (¹), ceux aussi découverts dernièrement par M. Gourdon, au-dessus de Cier. La zone des dalles lustrées n'a guère donné que des encrines, et, vers son toit, l'*Echinosphærites balticus*. Quant à la zone carburée inférieure, surtout chargée de graphite, elle m'a fourni dans le Haut-Salat les graptolites dendroïdes de l'*arenig* anglais.

» La même succession existe dans la haute Ariège, où Seignette l'avait entrevue sans en tirer de conséquences; mais c'est surtout dans le Haut-

---

(¹) Caralp, *Recherches sur la structure de la vallée d'Aran et des pays adjacents* (*Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 2 février 1871).

Salat, et plus spécialement dans la partie du Saint-Gironnais confinant à la Haute-Garonne, qu'elle se présente avec le plus de netteté.

» Voici la série que m'a donnée une coupe levée entre Sentein et le Bocard d'Eylie, série qui complète, en la modifiant un peu, la succession que j'avais indiquée dans un travail antérieur [1].

Zone carburée supérieure.	Schistes à *Retiolites geinitzianus, Monograptus Nilsoni, M. Priodon* Calcaire à *Cardiola interrupta* et *Orthoceras bohemicum*......... Schistes à *Diplograptus palmeus* et *Monograptus priodon*..........	Silurien supérieur.
Zone schisto-calcaire.	Schistes argileux à *Echinosphærites balticus* et grès à Orthis. (Horizon du calcaire de Bala et du grès de May.) Dalles argilo-calcaires et schistes ardoisiers. (Horizon des schistes d'Angers.) Calcaire argileux, parfois cristallin et métallifère. (Horizon du grès armoricain.)	
Zone carburée inférieure.	Schistes carburés et grauwackes à graptolites dendroïdes de la vallée d'Orle. (Horizon de l'*arenig* anglais.)	

» Ces trois zones, qui correspondent au silurien anglais (faune troisième et faune deuxième), se retrouvent presque constamment dans toute l'étendue des Pyrénées centrales. Nous étudierons plus tard ce qui représente le terrain cambrien et le terrain archéen. »

GÉOLOGIE. — *Le terrain carbonifère dans les Vosges septentrionales.* Note de M. Ch. Vélain, présentée par M. Hébert.

« Au pied du Donon, dans la partie septentrionale des Hautes-Vosges, sur les deux versants de la vallée de la Bruche, s'étendent de puissants massifs calcaires, le plus souvent marmoréens et exploités comme tels dans les vallons latéraux qui, de part et d'autre, se rendent à la vallée principale. Ce sont d'abord, sur le flanc droit, ceux de Schirmeck, de Wackenbach, de Framont et de la Crache, puis, sur le versant opposé, celui de

---

(1) Caralp, *Terrains cristallins et paléozoïques du Haut-Salat* (*Journal d'Histoire naturelle, à Bordeaux*, mai 1885).

Russ; enfin, plus au sud, celui, moins important, de Rothau. La présence de débris nombreux de Crinoïdes et de Polypiers appartenant aux genres *Favosites*, *Cyathophyllum*, etc., et surtout leur état fréquemment amygdalin, avait motivé leur rattachement au dévonien et leur attribution, sans motif valable, aux griottes des Pyrénées.

» Dans les explorations faites pour l'établissement d'une Carte géologique de la région des Vosges au millionième, j'ai eu occasion de rencontrer aux environs de Schirmeck, à la base de ces calcaires, un gisement de fossiles bien déterminé qui permet maintenant de les rattacher au carbonifère. Près de la gare, une grande tranchée, qui entame le massif calcaire dans toute son étendue, montre ses assises fortement redressées plongeant régulièrement vers le nord-est, sous inclinaison de 30°. Elles consistent principalement, en ce point, en deux massifs de brèches calcaires, à grandes parties, épais de 25^{m} à 30^{m}, et séparés par une bande de schistes violets oligistifères, très contournés. A la base de la première de ces brèches, on observe, compris entre un conglomérat calcaire et de minces lits schisteux avec grès intercalés, un banc de calcaire à Crinoïdes, limité à 1^{m},50 d'épaisseur où se trouvent réunis, en grand nombre, avec des débris d'articles et de calices d'Encrines, des Brachiopodes et des Gastéropodes, le plus souvent déformés ou brisés. La faune de ce gisement, établie sur des espèces bien conservées et déterminées par M. Œhlert, se rapporte exactement à l'horizon le plus élevé du carbonifère marin de Belgique, soit à celui de Visé. Elle comprend : *Productus cora; Spirifer (Martinia) lineatus* Mart.; *Spirif. bisulcatus* Sow.; *Sp. cheiropterix* d'Arch. et de Verneuil; *Dielasma hastata* Sow.; *Schizophoria resupinata* Mart.; *Rynchonella cuboïdes* Sow.; *Acrocylia Œhlerti* Kent.; *Turbonellina lepida* Kent.; *Naticopsis elegans ?* Kent.

» Aux grands massifs de brèches calcaires succède une nouvelle série de schistes violets, suivis de quartzites verdâtres avec cordons de galets siliceux intercalés. Au-dessus repose un troisième banc de brèche calcaire, cette fois à éléments fins et peu épaisse (2^{m},50), dans laquelle on retrouve, avec des Polypiers, des débris de Crinoïdes.

» Après une courte interruption, une seconde tranchée, située sous le signal d'Herbasch, montre, succédant normalement aux assises précédentes, une puissante formation arénacée représentée par des grès quartzeux, bien stratifiés, disposés en bancs épais de 1^{m} à 2^{m}, séparés par de minces veines schisteuses. A ces grès francs, sans fossiles, chargés de galets à leur partie supérieure, succèdent des arkoses granulitiques entremêlées de lits irréguliers de schistes violets, qui ne forment dans cette zone qu'un

accident, car les grès normaux reparaissent au-dessus avec prédominance cette fois des couches schisteuses intercalées. Au delà, en se dirigeant vers Hersbach, ce faciès schisteux devient prédominant et jusqu'à Lutzelhausen on se trouve en présence d'une longue série de schistes noirs et de grauwackes gréseuses dans lesquelles on a signalé depuis longtemps, au voisinage de cette dernière localité, des empreintes végétales (*Lepidodendron* et *Sphenopteris*) se rapportant à la flore du culm. Il est vraisemblable d'admettre que toutes les formations détritiques, grès et conglomérats avec schistes intercalés, qui succèdent immédiatement aux grands massifs de brèches calcaires, doivent être rattachées à cette série schisteuse. A défaut d'empreintes végétales on peut signaler ce fait que l'analogie pétrographique de ce grès, avec ceux qui dans les environs de Burbach renferment la flore du culm, est complète, et ce caractère est surtout bien accusé dans les affleurements de ces mêmes couches gréseuses situées au-dessus de la tranchée d'Herbasch, dans le haut du ravin de Tomesbach.

» Le massif calcaire, qui revêt, aux environs de Schirmeck, un caractère bréchoïde, se montre ainsi compris entre un horizon marin se rapportant à celui de Visé et de puissantes assises de grès et de schistes qui se rattachent au culm, soit aux dépôts côtiers et terrestres qui viennent se placer au sommet du carbonifère inférieur. Sur le versant opposé de la vallée de la Bruche, au sommet de la montagne qui domine Russ, deux exploitations pour marbre, maintenant abandonnées, entament ces mêmes calcaires, qui offrent alors ce fait intéressant d'être construits par des Stromatopores. Toutes les particularités signalées par M. Dupont dans les récifs dévoniens des Ardennes [1] s'observent en ce point, soit, au centre du massif, des amas réciformes de stromatoporoïdes, présentant leurs intervalles comblés par un calcaire bleu à Crinoïdes et revêtus de parties bréchoïdes où s'observent, en grand nombre, des débris de Polypiers (*Favosites*, *Alveolites*, *Amplexus*) et des Encrines.

» Ces observations tirent leur principal intérêt de ce fait qu'on peut les rapprocher de l'existence, déjà signalée par M. Bleicher, de fossiles marins se rapportant à l'horizon de Visé, dans les Vosges méridionales, aux environs de Burbach. Cette faune marine, qui comprend maintenant, avec les *Productus cora* et *semireticulatus* caractéristiques, plus de soixante espèces, dont vingt-quatre appartiennent aux Lamellibranches, se trouve comprise dans une série de schistes noirs, de grauwakes entremêlées de poudingues

(1) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 3e série, t. II.

et surtout de tufs porphyritiques prédominant à sa base, limitée d'une part par des coulées de porphyrite à labrador, de l'autre par des schistes contenant les empreintes végétales du culm. Il demeure donc acquis qu'à l'époque carbonifère toute la lisière orientale du massif des Ballons était baignée par un golfe pénétrant au nord, dans une dépression, dont l'emplacement est aujourd'hui marqué par la vallée de la Bruche, qui sépare les Hautes-Chaumes des Basses-Vosges. Ce golfe, après avoir côtoyé de même la bordure orientale du Morvan et celle du Plateau central, devait venir se relier avec la mer, largement ouverte, qui occupait alors les régions méditerranéennes.

» Mais, quoi qu'il en soit de ces faits, qui indiquent une extension du carbonifère marin dans la partie septentrionale des Vosges, la prédominance revient toujours dans cette région aux formations continentales, et je puis dire aussi aux formations éruptives, qui prennent une large part à la constitution de ce terrain. Aussi, aux deux divisions admises par M. Bleicher, dans le carbonifère vosgien, la première caractérisée par des dépôts marins avec faune de Visé, la seconde par des dépôts essentiellement terrestres, j'estime qu'il convient d'en ajouter une troisième, caractérisée par l'importance qu'y prennent au début les phénomènes éruptifs sous la forme des microgranulites et surtout des porphyrites. Partout, en effet, dans la région des Vosges, la série carbonifère débute, avec une constante uniformité, par une série puissante de dépôts intimement liés à des émissions de porphyrites qui se montrent escortées de puissantes formations de tufs et de brèche. Il en est ainsi aux environs de Schirmeck, où le soubassement des gîtes calcaires, distribués toujours en amas au milieu de schistes et de grès, est formé par une série puissante de schistes silicifiés et devenus pétrosiliceux sous l'influence d'injections multipliées de porphyrites andésitiques. Il en est de même dans les régions de Thann et de Burbach, où la base carbonifère est marquée par de puissantes coulées de pareilles roches, escortées de brèches et de tufs.

» Le grand massif de granite à amphibole, qui constitue les ballons de Serrance et d'Alsace, est presque tout entier enveloppé par des roches de cette nature, accompagnées cette fois de nombreux filons de microgranulite, qui se montrent disposés suivant le plan de stratification des schistes encaissants, profondément modifiés, et c'est sur de pareilles roches que reposent à Plancher-les-Mines des schistes où la présence du *Productus cora* est connue depuis fort longtemps.

» A cette date, les Vosges, si sujettes aux éruptions, ont été le théâtre

d'une grande activité éruptive qu'on peut presque qualifier de volcanique, étant donnée l'importance que prennent les roches projetées et maintenant consolidées sous la forme de tufs et de brèches. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du travail musculaire sur les échanges respiratoires.* Note de MM. **M. Hanriot** et **Ch. Richet**, présentée par M. A. Richet.

« De toutes les conditions qui modifient les échanges respiratoires, la plus efficace, sans contredit, est le travail musculaire. Les admirables expériences de Lavoisier, confirmées par tous les physiologistes qui lui ont succédé, établissaient déjà le fait en pleine évidence. Nous avons repris ces études à deux points de vue, moins souvent traités, d'abord pour examiner les variations des proportions centésimales des gaz expirés, ensuite, pour connaître la relation qui existe entre les actions chimiques intramusculaires et le travail extérieur produit. Dans cette première Note, nous examinerons seulement les variations corrélatives des volumes d'air qui circulent dans les poumons et de leur composition centésimale.

» Nos expériences ont été faites sur le même individu. C'est un homme de quarante-huit ans, pesant 50^{kg} et soumis à un régime alimentaire régulier. Les gaz expirés étaient analysés d'après la méthode que nous avons indiquée précédemment ([1]).

» Le fait qui se dégage tout d'abord de ces expériences, c'est que la ventilation pulmonaire se proportionne au travail produit. Le moindre mouvement suffit pour modifier les volumes d'air qui passent par les poumons. Si l'on enregistre, minute par minute, le taux de la ventilation pulmonaire, on reconnaît aussitôt, dans la minute pendant laquelle l'individu s'est levé, ou même simplement a levé un bras, une augmentation appréciable.

» La ventilation croît avec le travail, et en raison même de l'intensité du travail. Dans l'expérience qui suit, nous avons fait tourner une roue et nous avons enregistré la ventilation pendant cette minute et les minutes suivantes. Le nombre de tours de roue indique donc le travail effectué. La ventilation normale était par minute de $10^{lit},7$ d'air.

([1]) *Comptes rendus*, 14 février et 9 mai 1887.

Nombre de tours de roue.	Ventilation en litres d'air par minute. 1re min.	2e min.	3e min.	4e min.	5e min
2	11,4	11,4	»	»	»
4	12,3	12,3	10,0	»	»
8	13,1	11,4	10,8	11,3	»
16	14,1	12	12,4	11,4	»
32	17,8	17,7	14,7	12,1	11,7
32	18,6	18,3	14,1	13,1	11,9

» En calculant l'excédent de ces ventilations sur la ventilation normale, et en le rapportant aux nombres de tours de roue effectués, nous trouvons une proportionnalité rigoureuse, puisque, pour chaque tour de roue, on a, comme excédent total de la ventilation sur la ventilation normale, les chiffres respectifs suivants, aussi satisfaisants qu'on peut l'espérer en une expérience de cette nature :

$0^{lit},70$ $0^{lit},65$, $0^{lit},44$, $0^{lit},47$, $0^{lit},62$, $0^{lit},60$.

» On comprend que, dans ces conditions, puisque l'excédent de la ventilation est proportionnel au travail, la teneur de l'air expiré en oxygène et en acide carbonique ne doit guère se modifier, pour les différents volumes d'air expiré. C'est, en effet, ce qui a eu lieu dans le cours de cette expérience. Les proportions centésimales de l'acide carbonique dans l'air expiré ont été successivement

2,9, 2,9, 3,3, 3,2, 3,1, 3,3, 3,2,

ce qui correspond presque à la fixité du rapport, avec une légère tendance à l'augmentation par le fait du travail.

» Précisons les conditions suivant lesquelles ces proportions de l'acide carbonique se modifient. Si le travail est modéré et faible, les proportions centésimales restent les mêmes, et parfois tendent à diminuer. Au contraire, elles s'élèvent quand le travail est fort. Autrement dit, avec un travail faible, on ventile plus qu'il n'est nécessaire, tandis qu'avec un travail fort on ne ventile pas suffisamment.

» L'expérience suivante le prouve :

Repos	3,6	»	»	»	»	»
Travail modéré	3,1	3,2	3,3	3,0	3,2	Total : 3,1
» plus fort	3,6	3,0	3,9	3,6	3,8	» 3,8

» Les proportions centésimales de l'oxygène contenu dans l'air expiré doivent, pour être comparables à celles de l'acide carbonique produit, être exprimées sous la forme de quantités d'oxygène absorbé dans 100^{vol} d'air. On trouve alors que les variations centésimales de l'oxygène absorbé dans le travail musculaire suivent une marche un peu différente des variations de l'acide carbonique excrété. Les proportions centésimales d'oxygène absorbé augmentent avec le travail, mais bien moins que l'acide carbonique, de sorte que, avec un travail modéré, elles diminuent notablement, et qu'il faut un travail fort pour les faire croître.

» Voici quelques chiffres à l'appui de cette proposition :

	Proportions centésimales		
	de CO^2.	de l'oxygène absorbé.	Rapport de CO^2 à O^2.
Expérience I.			
Repos	3,5	4,4	0,70
Travail fort	4,6	5,7	0,79
Repos	4,2	4,4	0,95
Travail plus fort	4,7	5,3	0,88
»	5,2	4,7	1,10
Repos	3,9	4,3	0,91
Expérience II.			
Repos	3,7	5,3	0,70
Travail modéré	3,5	4,6	0,76
» fort	4,3	4,6	0,93
» »	4,0	3,9	1,02
» »	4,3	3,8	1,13
Repos	4,2	5,4	0,77
Expérience III.			
Repos	3,5	3,9	0,86
Travail	4,4	5,7	0,89
Repos	3,7	3,1	1,19
Expérience IV.			
Repos	3,0	4,3	0,70
Travail modéré	3,2	3,8	0,84
Repos	3,3	3,9	0,85

	Proportions centésimales de CO^2.	de l'oxygène absorbé.	Rapport de CO^2 à O^2.
Expérience V.			
Repos	3,4	4,2	0,81
Travail modéré	3,4	3,6	0,94
Repos	3,2	3,5	0,91
Travail fort	3,9	4,0	0,98
Repos	3,6	3,7	0,98
Expérience VI.			
Repos	3,2	3,6	0,88
Travail	4,0	4,6	0,87
Repos	3,8	4,0	0,95

» Ainsi, dans le travail musculaire, chimiquement caractérisé par une augmentation des quantités absolues d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit, l'acide carbonique produit croît beaucoup plus vite que l'oxygène absorbé, conclusion qui confirme les expériences que M. Chauveau a récemment entreprises en analysant comparativement les gaz du sang artériel et du sang veineux musculaire ([1]).

» Quant à la ventilation pulmonaire, elle se règle par les quantités d'acide carbonique à éliminer, mais surtout d'oxygène à absorber, de sorte que, quoique les proportions centésimales s'élèvent toutes deux par le fait du travail, c'est celle de l'acide carbonique qui s'est accrue le plus.

» De ces faits résultent les propositions suivantes :

» 1° La ventilation pulmonaire se proportionne au travail musculaire;

» 2° Dans le travail modéré, la ventilation est plus que suffisante pour l'excrétion de l'acide carbonique produit et surtout pour l'absorption de l'oxygène nécessaire;

» 3° Dans le travail fort, les proportions centésimales d'acide carbonique et d'oxygène s'élèvent un peu, et cela d'autant plus que le travail est plus fort; mais c'est surtout la proportion de l'acide carbonique qui s'accroît;

» 4° Par le fait du mouvement musculaire, l'acide carbonique produit croît plus que l'oxygène absorbé, et le rapport de l'un à l'autre gaz tend

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, 22 et 29 novembre et 13 décembre 1886.

même à dépasser l'unité, alors qu'à l'état normal il est de 0,75 environ ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Action du chlorure d'éthylène sur la cornée.* Note de MM. **R. Dubois** et **L. Roux**, présentée par M. A. Chauveau.

« M. le professeur Bouchard a récemment fait connaître les modifications singulières qui surviennent dans le cristallin à la suite de l'administration prolongée de la naphtaline. Sous l'influence de ce carbure d'hydrogène, le cristallin perd sa transparence chez le lapin, comme cela a lieu chez la grenouille par l'action du chlorure de sodium. Mais un fait qui nous paraît être sans précédents, c'est l'opacification expérimentale des deux cornées, à l'exclusion des autres milieux de l'œil, sous l'influence d'un agent administré par les voies respiratoires.

» En poursuivant nos recherches sur l'action physiologique comparée des composés chlorés de l'éthane, nous avons été conduits à faire inhaler à des chiens des vapeurs de chlorure d'éthylène.

» Nous décrirons ultérieurement les particularités qui distinguent cet agent anesthésique et nous indiquons ici seulement ce qui est relatif aux modifications qu'il fait éprouver aux milieux réfringents de l'œil.

» La durée des inhalations n'a pas dépassé une heure et demie. Pendant ce laps de temps, on ne voit se produire du côté de l'œil aucun phénomène particulier, si ce n'est une diminution considérable de la pression intra-oculaire et un astigmatisme irrégulier signalé par l'un de nous dans l'anesthésie chloroformique prolongée ([2]). Dans l'anesthésie par le chlorure d'éthylène, ces modifications sont seulement beaucoup plus accusées.

» Les cornées restent transparentes tant que dure l'inhalation et, après celle-ci, tant que l'animal rejette par les voies respiratoires l'anesthésique dont il a été imprégné. Mais, au bout de seize à dix-huit heures, peut-être plus tôt, les deux cornées perdent leur transparence, prennent une teinte bleuâtre opalescente et donnent à la physionomie de l'animal une expression étrange. Chez les deux animaux mis en expérience, c'est pendant la nuit que ce singulier accident s'est produit. La disposition de

---

([1]) Nous avons fait construire un appareil qui donne l'inscription directe et différencielle de ces phénomènes. Nous espérons pouvoir prochainement communiquer à l'Académie quelques-unes des courbes graphiques obtenues ainsi.

([2]) R. Dubois, *Bulletin de la Société de Biologie;* 1884.

l'inhalateur ne permettait aucun contact direct de l'œil avec les vapeurs anesthésiques. Le réveil s'était produit sans troubles particuliers et rien n'a révélé, ni à ce moment, ni ultérieurement, l'existence de lésions nerveuses appréciables.

» L'un des animaux a été sacrifié, l'autre a été gardé en observation depuis quinze jours. Tous deux ont présenté les mêmes symptômes.

» Chez celui qui a été conservé, la tension du globe de l'œil est encore exagérée, mais moins que dans les premiers jours. L'augmentation de tension intra-oculaire a atteint son maximum au moment de la production de l'opacité cornéenne.

» La courbure de la cornée est manifestement exagérée, principalement suivant le méridien vertical, d'où il résulte un astigmatisme régulier, facilement appréciable avec le disque de Placido. Au moment où nous avons constaté l'opacité cornéenne, il n'y avait plus trace d'astigmatisme irrégulier; la surface de la cornée avait conservé son aspect poli, bien que l'examen à la loupe permît de constater de très petites et très nombreuses dépressions sur toute son étendue.

» L'aspect général est celui d'un staphylome antérieur total, opaque et symétrique des deux yeux.

» La vision est conservée, mais elle est un peu troublée par l'opalescence cornéenne. A l'ophtalmoscope, avec un fort éclairage, on peut constater que le cristallin a gardé sa transparence, mais on ne peut distinguer les détails du fond de l'œil. Le réflexe oculo-pupillaire est conservé, ainsi que le réflexe oculo-palpébral. La sensibilité de la cornée et celle de la rétine n'ont jamais paru altérées après le réveil de l'animal. Depuis deux jours l'état de la cornée s'est amélioré. L'opacité était primitivement uniforme, mais actuellement on distingue à l'éclairage direct et avec l'ophtalmoscope, surtout à l'aide d'une loupe, de nombreuses arborisations blanchâtres, limitant des espaces plus clairs et dont la direction générale est rayonnante de la périphérie vers le centre.

» Les expériences de M. le professeur Ranvier [1] sur les cornées d'animaux sacrifiés ayant démontré que, sous l'influence d'une augmentation de pression, la cornée peut perdre sa transparence, il n'est pas impossible que les variations de la tension intra-oculaire que nous avons signalées soient la cause de la perte de transparence produite expérimentalement *chez l'animal vivant*.

---

[1] Voir *Leçons d'Anatomie générale faites au Collège de France;* Paris, 1881.

» Nous avions pensé qu'il serait possible de rétablir la transparence en soumettant de nouveau l'un de nos sujets à l'action du chlorure d'éthylène, mais notre tentative a échoué. La diminution de tension intra-oculaire seule s'est montrée.

» On est en droit de se demander s'il ne s'agit pas plutôt ici d'une déshydratation de la cornée plus prononcée pour certains éléments constituants de cette membrane, l'un de nous ayant démontré l'action déshydratante puissante exercée par les vapeurs anesthésiques sur les tissus animaux et végétaux (¹). Ce qui ferait pencher vers cette manière de voir, c'est la perte de poids remarquable subie par les animaux en expérience, que l'on ne peut expliquer ni par une exagération des phénomènes de désassimilation, ni par le refus d'aliments.

» Quoi qu'il en soit, ces observations sont intéressantes à divers points de vue. Elles viennent enrichir la liste de ces accidents si mal connus, qui éclatent au moment où l'économie se débarrasse d'un poison et qui diffèrent totalement de ceux qui sont produits par la pénétration de ce poison.

» D'autre part, ces expériences permettront peut-être de pénétrer plus profondément encore dans la connaissance de l'anatomie et de la physiologie de la cornée et d'arriver à une interprétation plus rationnelle de certaines affections pathologiques.

» Dans tous les cas, elles montrent l'importance et la nécessité de l'expérimentation préalable sur des animaux, quand il s'agit d'agents thérapeutiques que l'on soupçonne pouvoir être appliqués utilement à l'homme. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches faites à Amiens sur les restes d'un supplicié.* Note de MM. **Paul Regnard** et **Paul Loye**, présentée par M. Charcot.

« Des dispositions spéciales, dont nous sommes redevables à M. le professeur Brouardel et à M. le Procureur général près la Cour d'Amiens, nous ont permis, lors de l'exécution capitale qui a eu lieu le 15 juin dernier, d'examiner l'état de la tête du condamné deux secondes après la décapitation.

» Le patient, homme de 38 ans, a montré, jusqu'au moment de la chute du couteau, la plus complète assurance et le plus grand calme. Sa

(¹) R. Dubois, *Comptes rendus*, 1886.

tête, au moment de la décollation, a gardé la coloration rosée de la face, contrairement à ce qui arrive habituellement chez les suppliciés, lesquels commencent à pâlir dès qu'ils sont fixés sur la bascule. Ce fait est important à connaître pour déterminer l'état de l'individu au moment où le glaive l'a frappé.

» *Deux secondes* après la décapitation, la face a conservé cette coloration rosée. Les traits sont absolument immobiles; les yeux se montrent grandement ouverts avec les pupilles moyennement dilatées; la bouche est énergiquement fermée. La tête ne présente pas le moindre mouvement spontané, la moindre contraction fibrillaire.

» L'approche d'un doigt au devant de l'œil reste sans résultat. Mais l'attouchement des globes oculaires ou de l'extrémité des cils provoque chaque fois, pendant cinq secondes, un clignement des paupières aussi marqué que chez un homme vivant. Il ne s'agit là du reste que d'un simple acte réflexe. A la sixième seconde, ce réflexe ne peut plus être décelé.

» Les mâchoires sont rapprochées l'une de l'autre : malgré de puissants efforts, il nous est impossible de les écarter. Le pincement de la peau est sans effet.

» Le tronc, lui non plus, n'est le siège d'aucun mouvement spontané ; il ne présente nulle part une trace de cette contracture que nous constatons dans les muscles des mâchoires.

» *Une minute* après la décollation, la face commence déjà à pâlir : la bouche est toujours énergiquement close. L'approche d'une lumière au devant de l'œil ne détermine aucun rétrécissement de la pupille ; le réflexe irien n'apparaît pas.

» Le tronc demeure toujours inerte et flasque : les carotides continuent à rejeter le sang resté dans l'arbre circulatoire. Le réflexe rotulien ne peut être provoqué.

» *Au bout de quatre minutes,* la face est tout à fait exsangue; les paupières sont à moitié tombantes, la bouche est encore fortement fermée, mais il est cependant possible d'introduire l'extrémité d'un doigt entre les mâchoires. Les excitations sensorielles (cris aux oreilles, présentation de divers objets devant les yeux, pincement de la langue et de la peau) n'amènent aucun changement dans la physionomie.

» L'irritation de la moelle épinière, soit du bout encéphalique, soit de la portion rachidienne, au moyen d'une pince, ne produit de mouvement ni dans la tête, ni dans le tronc.

» Nous avons ainsi observé les restes du supplicié, sans voir survenir la moindre modification, pendant vingt minutes. A ce moment, nous avons commencé l'autopsie à l'amphithéâtre de l'Hôtel-Dieu, en présence de MM. Lenoël, Mollien et Scribe, Directeur et Professeurs à l'École de Médecine, qui ont bien voulu faciliter nos recherches avec un empressement pour lequel nous leur exprimons toute notre gratitude.

» *Autopsie.* — A l'ouverture de la poitrine, le *cœur* battait encore. Le péricarde étant ouvert, nous constatons, jusqu'à la vingt-cinquième minute après la décollation, des battements rythmiques très prononcés des ventricules et des oreillettes. Les mouvements des oreillettes seules persistent ensuite pendant quarante minutes. Le cœur a donc battu environ une heure après la décapitation.

» Le cœur était volumineux, à parois assez minces : il pesait 340gr. Les oreillettes contenaient un peu de sang spumeux mélangé de nombreuses bulles d'air. Les ventricules étaient à peu près vides : c'est à peine si quelques légers filets de sang poisseux étaient étendus entre les tendons des valvules. Au moment où l'ouverture du cœur a été faite (une heure après l'exécution), le ventricule gauche était très dur et contracturé : le ventricule droit était resté mou. Le sang contenu dans la veine cave inférieure n'était pas très noir.

» Le *poumon* gauche présentait de l'emphysème sur ses bords : cette lésion a, du reste, été constatée dans presque toutes les autopsies de guillotinés. Il contenait peu de sang et ne présentait aucune tache ecchymotique. Le poumon droit était masqué par des membranes de pleurésie ancienne.

» Les *intestins* étaient sans mouvement.

» La *vessie* ne contenait pas d'urine.

» L'ouverture du *crâne* nous montre les vaisseaux de la dure-mère assez bien remplis de sang. Au-dessous d'elle, nous constatons la présence d'une assez grande quantité d'air dans l'espace sous-arachnoïdien. Les vaisseaux de la pie-mère, surtout au niveau de la convexité, sont remplis d'un sang mêlé de nombreuses bulles d'air. Ce sang est d'un beau rouge. Les artères de l'hexagone de Willis ne contiennent pas de sang. Il n'y a pas d'adhérences de la pie-mère. La substance corticale a sa couleur rosée habituelle : nulle part dans le cerveau n'existe un épanchement ou une hémorragie. Le cerveau pesait 1270gr.

» La section du cou avait été faite à la partie inférieure de la quatrième vertèbre cervicale.

» *Rigidité cadavérique.* — La rigidité n'a apparu dans le corps que trois heures après la décapitation, alors que la température rectale était de 33°. Elle s'est montrée dans les membres postérieurs : six heures après la mort, quand nous avons quitté la salle d'autopsie, les membres antérieurs avaient conservé une flaccidité absolue et n'étaient pas encore rigides.

» Au moment de notre départ, la cornée oculaire n'avait pas encore perdu son poli.

» *Mécanisme de l'entrée de l'air sous l'arachnoïde et dans les vaisseaux cérébraux.* — A l'instant de la décollation, l'élasticité artérielle des vaisseaux

cérébraux tend à se satisfaire et les artères se vident en partie : de là l'écoulement de sang qu'il est facile de constater par le bout périphérique des carotides et des vertébrales.

» La cavité cranienne étant inextensible et incompressible, il faut, de toute nécessité, que quelque chose vienne remplacer le sang qui s'écoule. Voilà pourquoi l'air se trouve appelé dans l'espace sous-arachnoïdien, ouvert par la section même du cou : il est appelé avec une force exactement égale à l'élasticité artérielle, c'est-à-dire à 15 cent. de mercure environ.

» Il est possible d'ailleurs de se rendre compte de ce fait par une expérience schématique. Dans un ballon de verre plein d'eau, représentant la cavité cranienne, se trouvent placées deux ampoules de caoutchouc terminées par deux tubes de verre aboutissant à l'extérieur à travers le bouchon du ballon. L'une de ces ampoules est gonflée et remplie d'un liquide qui représente le sang : le tube qui la termine est fermé par un robinet. L'autre ampoule représente l'espace sous-arachnoïdien : elle est complètement vide, aplatie, et s'ouvre librement au dehors. Si l'on ouvre brusquement le robinet de la première ampoule, son élasticité la vide, le liquide s'écoule au dehors et l'on voit l'air pénétrer, en quantité exactement égale, dans l'autre ampoule primitivement vide.

» Quant à la pénétration de l'air dans les vaisseaux cérébraux, il serait possible de l'expliquer de la manière suivante. Immédiatement après la décollation, les petits vaisseaux se contractent et chassent le sang au dehors par les plaies artérielles; quand cette contractilité a cessé, les artères revenant sur elles-mêmes peuvent appeler dans leur intérieur une certaine quantité d'air qui, se mélangeant au sang, produit ces index que tous les observateurs ont signalés.

» *Conclusions.* — 1° Aucun signe de vie consciente n'a pu être décelé deux secondes après la décollation.

» 2° Les mouvements réflexes ont pu être provoqués, par l'irritation de la cornée, jusqu'à la sixième seconde après l'exécution. Ces mouvements n'avaient pas été observés, croyons-nous, avant nos recherches.

» Les battements du cœur ont duré pendant vingt-cinq minutes dans les ventricules et pendant une heure dans les oreillettes.

» 3° A part les mouvements réflexes de l'œil, à part la contracture des mâchoires, à part les jets des carotides, on aurait pu croire que l'on venait de décapiter un cadavre, tant les restes du supplicié sont demeurés inertes après la décollation.

» 4° Cette mort calme et sans agonie est bien différente de celle que l'un

de nous a récemment décrite d'après ses expériences sur les animaux. Ce n'est plus ici une mort par asphyxie, c'est plutôt une mort par inhibition, analogue à celle qu'a si bien étudiée M. Brown-Séquard chez les animaux qui succombent à la suite de certaines irritations du système nerveux.

5° L'entrée de l'air sous l'arachnoïde est un phénomène purement physique, en rapport avec l'écoulement d'une certaine quantité de sang en dehors de la boîte cranienne. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la karyokinèse des cellules épithéliales et de l'endothélium vasculaire du rein observée dans l'empoisonnement par la cantharidine.* Note de MM. **Cornil** et **Toupet**, présentée par M. Charcot.

« L'un de nous a publié il y a sept ans, en commun avec M. le Dr Brault, les résultats d'intoxication par la cantharidine chez le lapin, le cobaye et le chien. Nous avons repris ces expériences pour voir si l'inflammation cantharidienne provoquait des multiplications de cellules par la voie de la division indirecte. Nous avons été amenés à rectifier ainsi plusieurs interprétations émises dans notre premier travail et à constater de nombreuses figures de karyokinèse.

» *Empoisonnement aigu.* — On sait que les lapins et cobayes à qui l'on injecte quinze à vingt gouttes d'une solution au $\frac{1}{50}$ dans l'éther acétique meurent au bout de deux heures environ. Si l'on sacrifie ces animaux une heure après l'injection, on trouve déjà des lésions très avancées du rein. Le système vasculaire est gorgé de sang, les glomérules et les tubes contournés sont lésés.

» Les altérations du début des glomérules sont très remarquables. Le bouquet glomérulaire, au lieu de remplir toute la cavité glomérulaire, n'en occupe guère que la moitié. Il est refoulé du côté du pédicule vasculaire par une sorte d'exsudat membraneux au milieu duquel on trouve des noyaux ovoïdes ou ronds, généralement plats et faisant corps avec cette membrane granuleuse. Celle-ci est presque en contact avec les vaisseaux glomérulaires qu'elle coiffe. Par sa périphérie tournée du côté de la membrane de Bowmann, elle se continue avec de nombreux prolongements granuleux. Les noyaux compris dans cette membrane ne paraissent pas appartenir à des cellules individualisées ni séparées les unes des autres. Cette membrane nous paraît n'être autre chose que celle qu'on trouve normalement à la surface des anses glomérulaires, sorte de vernis mince

semé de noyaux qui se serait détaché en larges plaques sous l'influence de la cantharidine. Ce qui nous le fait dire, c'est que les cellules endothéliales de la capsule de Bowmann sont conservées en place; quelques-unes sont déjà un peu tuméfiées. C'est à peine si l'on trouve une ou deux cellules migratrices rondes et reconnaissables à la forme de leur noyau dans chaque glomérule.

» A cette période de l'intoxication, les cellules épithéliales des tubes contournés présentent un protoplasma granuleux, les noyaux sont gonflés et certaines cellules se fragmentent en donnant naissance à des détritus qui remplissent la cavité des tubes.

» A la seconde heure après l'intoxication, les cellules des tubes droits se tuméfient; celles qui tapissent les tubes collecteurs de l'extrémité des papilles, qui sont cylindriques et disposées en palissade à l'état normal, se gonflent, présentent dans leur intérieur des vacuoles claires, remplissent les tubes et prennent une forme pavimenteuse par pression réciproque.

» A ce moment aussi, les cellules endothéliales de la capsule de Bowmann sont tuméfiées et en voie de se détacher.

» Dans ces premiers degrés de l'intoxication aiguë, on a donc affaire seulement à des tuméfactions et désintégrations de cellules qui se mortifient et non à une véritable prolifération. La prolifération ne peut être affirmée, en effet, que lorsqu'on trouve des figures de karyokinèse bien nettes, et celles-ci n'ont pas le temps d'apparaître dans les deux heures qui précèdent la mort des animaux.

» *Empoisonnement lent.* — Pour arriver à les voir, nous avons empoisonné des cobayes, lentement, par de petites doses données plusieurs fois.

» Le quatrième jour après le début des injections, nous avons noté des figures plus ou moins nombreuses de division indirecte.

» Dans les glomérules, le bouquet glomérulaire a repris sa place; les cellules de l'endothélium de la capsule ne sont généralement pas altérées; mais, du côté opposé au pédicule du glomérule, on trouve, à l'origine du canalicule contourné, une dilatation de celui-ci remplie par de nombreuses cellules épithéliales, pressées, appartenant au tube contourné et faisant en quelque sorte hernie dans la cavité glomérulaire.

» Nous n'avons vu qu'une seule figure de karyokinèse dans les anses glomérulaires; nous en avons observé plusieurs dans l'endothélium des vaisseaux capillaires et une dans l'endothélium d'une artériole.

» Par contre, les cellules de l'épithélium des tubes contournés et droits nous en ont montré un très grand nombre sur toutes les coupes. Ces

figures étaient inégalement réparties. Ainsi, on pouvait en vain examiner quinze ou vingt tubes qui en étaient privés, tandis que, dans le même tube contourné ou droit, on en trouvait de cinq à dix tout près les unes des autres. Les cellules en karyokinèse sont en place, c'est-à-dire rangées entre des cellules à l'état de repos; elles s'en distinguent en ce que leur protoplasma s'est gonflé, est devenu clair et que leur forme est devenue sphérique ou ovoïde. Elles font alors saillie dans la lumière du tube. Leur noyau, dans lequel le filament nucléaire est apparu, très fortement coloré par la safranine, présente l'état étoilé ramifié ou la plaque de nucléus très caractéristiques. On y voit aussi souvent la figure bipolaire des filaments achromatiques et enfin les plaques polaires séparées par les filaments achromatiques, puis les noyaux fils et les plaques équatoriales des deux noyaux situés dans une même cellule. On pouvait en un mot suivre là toutes les phases classiques de la division des cellules. On sait d'ailleurs, par les travaux de Nauwerk et Ziegler, que les cellules du rein entrent en karyokinèse pour remplacer celles qui sont détruites par l'inflammation dans les néphrites. La néphrite cantharidienne en donne une preuve de plus. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Essai expérimental sur le pouvoir toxique des urines pathologiques non fébriles.* Note de M. V. **Feltz**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Nous avons établi par la Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 12 avril 1886, concernant le pouvoir toxique des urines fébriles, que, toutes choses égales d'ailleurs, la toxicité des urines fébriles était bien supérieure à la toxicité des urines normales. Nous avons également démontré dans ce travail que la toxicité plus grande des urines fébriles n'était pas directement liée à la densité de celles-ci.

» Nous avons essayé, depuis quelques mois, de faire une étude semblable pour certaines urines pathologiques non fébriles; c'est ainsi que nous avons fait sur des chiens, avec M. Ehrmann, le chef de notre laboratoire, une série d'expériences devant nous renseigner sur l'action nocive des urines venant de malades glycosuriques, albuminuriques, ictériques, cachectiques par cancer ou anémie. Nous avons toujours opéré avec des urines toutes fraîches, bien filtrées, analysées sommairement et chauffées avant l'injec-

tion à la température des chiens; une quantité suffisante d'urine a toujours été mise en réserve pour les analyses complémentaires. Les injections intra-veineuses ont été faites d'après le procédé que nous avons décrit, M. Ritter et moi, dans notre *Urémie expérimentale*, qui a eu l'honneur du prix Godard à l'Académie de Médecine, en 1883.

» Toutes les urines employées ont été choisies chez des sujets traités dans les cliniques de la Faculté ou soignés par nous dans notre clientèle et celle de nos amis.

» Il ressort du Tableau de nos expériences que les urines glycosuriques, tant qu'il n'y a pas état cachectique au moins, malgré leur grande densité, ne sont pas plus toxiques que les urines normales, c'est-à-dire qu'il faut toujours, pour amener la mort, injecter dans la veine une quantité d'urine équivalente à la quantité d'urine sécrétée par le chien pendant trois jours.

» Il en est tout autrement pour les urines ictériques par suite de maladies organiques du foie, les urines albumineuses pour cause de lésions rénales graves et les urines provenant d'individus atteints de cachexie cancéreuse ou d'anémie grave.

» Toutes ces urines, quelle que soit du reste leur densité, sont beaucoup plus toxiques que les urines normales; leur pouvoir d'intoxication va jusqu'à déterminer la mort avec des quantités d'urine à peine équivalentes au poids des urines sécrétées pendant un ou deux jours. Il s'agit donc réellement d'une puissance toxique triple et double.

» Les symptômes observés pendant l'expérience, le genre de mort auquel les chiens succombent, les désordres que révèle l'autopsie, sont les mêmes que ceux que l'on constate avec les urines normales, injectées dans les veines en quantité suffisante. Nous les avons appelés, M. Ritter et moi, *accidents urinémiques*.

» Cela étant, nous devions nécessairement penser qu'il s'agit, dans les urines pathologiques, non d'adjonction de principes nocifs nouveaux, mais surtout d'augmentation de quantité des principes nocifs des urines normales. Les analyses des urines injectées, que publiera incessamment M. Ehrmann dans sa thèse inaugurale, ne laisseront absolument à cet égard aucun doute; elles confirmeront notre opinion que ce sont surtout les sels potassiques des urines qui sont les principaux agents de l'intoxication urémique. »

HYGIÈNE. — *De l'emploi des sangs frais dans la clarification des vins, au point de vue de la transmission possible de la tuberculose à l'homme.* Note de M. GALTIER, présentée par M. A. Chauveau.

« Le sang des animaux tuberculeux est quelquefois virulent; je l'ai maintes fois trouvé tel, ainsi que d'autres expérimentateurs, dans des recherches déjà anciennes, en l'inoculant à des lapins. Plus récemment, j'ai encore fait développer la maladie en injectant sous la peau ou dans une veine quelques gouttes de sang recueilli dans le cœur de deux vaches phtisiques saisies à l'abattoir ; et dernièrement j'obtenais une belle tuberculisation généralisée sur le cobaye et le lapin, en injectant dans la cavité péritonéale de l'un $0^{cc},5$ de sang extrait avec toutes les précautions désirables d'un cœur de lapin mort de tuberculose expérimentale, et en introduisant dans une veine de l'oreille de l'autre quelques gouttes de sang recueilli dans le cœur ou dans la jugulaire d'un lapin tuberculeux. D'ailleurs, outre la virulence que déjà il possède parfois lui-même, le sang des animaux phtisiques égorgés dans les abattoirs peut encore se charger de germes tuberculeux pendant la saignée, quand le couteau qui a servi à la pratiquer a intéressé des ganglions et des tissus envahis par les lésions de la maladie. Que si, à l'ouverture du cadavre, le service de l'inspection constate l'existence d'une tuberculose grave par son étendue et son ancienneté, la saisie de la viande et des viscères est prononcée, mais le sang, qui a été déjà enlevé et mélangé avec celui d'autres animaux, n'est pas saisi. Il n'y aurait à cela aucun inconvénient sérieux, si l'on devait employer constamment ce produit pour des usages qui impliquent la stérilisation des germes qu'il peut contenir; mais il arrive assez souvent (il en est ainsi tout au moins dans certaines villes) que le sang, qui a été recueilli au moment de la saignée dans des récipients appropriés, est en partie destiné à être utilisé pour la clarification des vins. On l'emploie dans ce but, soit à l'état de sang frais défibriné par le battage à l'air, soit sous forme de sang desséché et réduit en poudre après un séjour suffisant dans des étuves chauffées à une température qui ne stérilise pas les germes qu'il peut recéler.

» Les liqueurs alcooliques, les vins qui marquent de 6° à 12° d'alcool stérilisent-ils les germes contenus dans le sang qu'on emploie pour les clarifier, et n'y a-t-il aucun danger dans leur usage?

» A la suite d'un assez grand nombre de recherches, j'ai acquis la conviction que le virus tuberculeux résiste un certain temps à l'action de l'alcool, ainsi que M. H. Martin l'avait constaté. J'ai reconnu qu'il peut conserver son activité dans des mélanges d'alcool et d'eau ainsi que dans des vins à divers degrés d'alcool. J'ai procédé de la façon suivante : de la matière tuberculeuse liquide ou divisée en très petits fragments a été mélangée avec de l'alcool, avec des solutions d'alcool et avec des vins de différents degrés; après un contact plus ou moins prolongé, elle a été inoculée par injection intra-péritonéale à des cobayes et par injection intraveineuse à des lapins. Jamais je n'ai obtenu la tuberculose en inoculant des matières qui avaient été soumises fraîches à l'action prolongée de l'alcool, qui avaient séjourné plus de quatre jours dans de l'alcool à 92° ou dans des mélanges composés d'eau et d'alcool, de telle sorte que le volume de celui-ci excédât le volume de celle-là. Mais j'ai produit une tuberculose lente sur des cobayes avec un virus qui avait subi pendant trois jours et trois heures le contact d'un mélange par volumes égaux d'eau et d'alcool à 92°. J'ai surtout provoqué une belle tuberculose sur des cobayes avec du virus qui avait séjourné le même laps de temps dans un mélange de 200^{cc} d'eau et de 50^{cc} d'alcool à 92°. J'ai enfin déterminé une tuberculose lente sur des lapins en leur inoculant des matières tuberculeuses conservées plusieurs mois dans des mélanges faits à raison de $\frac{1}{5}$ d'alcool pour $\frac{4}{5}$ d'eau ou de $\frac{1}{3}$ d'alcool pour $\frac{2}{3}$ d'eau. J'ai aussi fait développer sur des lapins une belle tuberculose généralisée au poumon, à la rate, au foie, aux reins, etc., en leur inoculant la matière obtenue par l'expression de lésions tuberculeuses conservées, après trituration, pendant trois jours dans des mélanges de 30^{cc} d'alcool et de 300^{cc} d'eau, de 30^{cc} d'alcool et de 250^{cc} d'eau, de 50^{cc} d'alcool et de 250^{cc} d'eau.

» Les résultats obtenus avec des vins de provenances diverses et variant de 7° à 10° ont été souvent négatifs quand on les essayait un certain temps après les avoir tuberculisés; en sorte que leur action stérilisante semble tenir pour une bonne part aux matières autres que l'alcool qui entrent dans leur composition. Cependant, si l'inoculation des vins tuberculisés est demeurée sans résultat, quand il s'était écoulé un an, quelques mois, un mois, quinze jours ou même seulement cinq et quatre jours depuis l'addition de la matière tuberculeuse, il y a eu des cas assez nombreux où elle a fait naître une tuberculose bien authentique quand on s'est servi de vins tuberculisés depuis quelques heures, depuis un, deux, trois jours. Mais les résultats positifs n'ont pu être obtenus la plupart du

temps qu'autant qu'on prenait la précaution d'agiter le liquide avant de prélever la dose destinée à l'inoculation, ce qui revient à dire que les germes étaient tombés au bout d'un certain temps au fond du récipient. Du vin marquant 9°,7 (1^{lit}), additionné d'un liquide tuberculeux (20^{cc}) obtenu en exprimant des lésions fraîches, a donné au lapin une très belle tuberculose, quand on l'a inoculé au bout d'un laps de temps compris entre deux et vingt-quatre heures; et il n'a provoqué qu'une tuberculose lente, caractérisée par de rares lésions, quand il a été inoculé quatre, trois, deux jours après l'addition de la matière tuberculeuse empruntée au lapin. Le même vin, additionné de matière tuberculeuse provenant de la vache, a déterminé chez le lapin une belle tuberculose généralisée, lorsqu'on l'a inoculé trois jours après l'avoir tuberculisé. Enfin, des vins marquant seulement 7°,5, tuberculisés avec des matières fraîches de vaches saisies aux abattoirs, ont tantôt pu être inoculés sans danger et tantôt donné la maladie le troisième et le quatrième jour; les inoculations faites avec des vins tuberculisés depuis plus de cinq jours avec de la matière fraîche sont généralement restées sans résultat chez le lapin.

» S'il résulte de ce qui précède que le danger que peuvent offrir pour les consommateurs les vins clarifiés avec le sang frais d'animaux tuberculeux est de courte durée, il n'en ressort pas moins l'indication de s'en préoccuper pour tâcher de le conjurer. Il y a lieu, par conséquent, d'engager les inspecteurs des abattoirs des villes où l'on emploie le sang frais pour le traitement des vins à saisir ou à faire dénaturer celui des bêtes reconnues tuberculeuses. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 JUIN 1887.

Cours d'Analyse infinitésimale, à l'usage des personnes qui étudient cette Science en vue de ses applications mécaniques et physiques; par J. BOUSSINESQ; T. I, fasc. I et II. Paris, Gauthier-Villars, 1887; 2 vol. in-8°.

Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec l'Espagne, exécutée en commun en 1879, *par ordre des Gouvernements d'Espagne et de France, sous la direction de* M. le Général IBANEZ *et de* M. le Colonel PERRIER. Paris, Imprimerie nationale, 1887; in-4°.

Diagnostic et traitement des maladies du cœur; par CONSTANTIN PAUL. Paris, Asselin et Houzeau, 1887; in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Le préhistorique dans le pays de Montbéliard et les contrées circonvoisines; par le Dr MUSTON. Montbéliard, Victor Barbier, 1887; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Epharmosis, sive materiæ ad instruendam anatomiam systematis naturalis, auctore J. VESQUE. Pars prima: Folia Capparearum (Tab. I-LXXVII). Vincennes, Delapierre; in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Traité de quelques maladies pendant le premier âge; par le Dr A. MIGNOT. Paris, Victor Masson, 1859; in-8°.

Traité d'hygiène élémentaire; par le Dr A. MIGNOT. Paris, G. Masson, 1872; br. in-8°.

Des accidents; par le Dr A. MIGNOT. Paris, Victor Masson, 1877; br. in-8°.

Mémoire sur la contagion du muguet; par le Dr A. MIGNOT. Paris, Victor Masson, 1857; br. in-8°.

Considérations sur le traitement des aliénés au sein de leurs familles; par le Dr A. MIGNOT; br. in-8°.

Topographie médicale de l'arrondissement de Gannat; par le Dr A. MIGNOT. Moulins, C. Desrosiers, 1872; br. in-8°.

Mémoire sur le choléra sporadique; par le Dr A. MIGNOT. Paris, Victor Masson et fils, 1865; br. in-8°.

Observations sur les eaux de Châteauneuf-les-Bains (Puy-de-Dôme); par le Dr A. MIGNOT. Gannat, F. Marion, 1883; br. in-8°.

De l'utilité et de la fondation des hôpitaux et des hospices cantonaux; par le Dr A. MIGNOT. Moulins, C. Desrosiers, 1867; br. in-8°.

Conditions anatomo-physiologiques de la voix humaine; par le Dr Moura. Paris, Octave Doin, 1887; br. in-8°.

Les principes de la Géométrie élémentaire; par Sibiriakoff. Moscou, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Electricity and life : or the electro-vital theory of nature; by Edward C. Towne, B. A. Cambridge, Charles W. Sever, 1887; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Principii di Fisica secondo la dottrina dell' ilemorfismo moderno; per Giannantonio Zanon. Bologna, tipografia Gamberini e Parmeggiani, 1885; in-8°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; Vol. XXII, disp. 12a et 13a, 1886-87. Torino, Ermanno Loescher; br. in-8°.

Technische Thermodynamik; von Dr Gustav Zeuner. Leipzig, Verlag von Arthur Félix, 1887; in-8°.

Acta mathematica, Journal rédigé par G. Mittag-Leffler. 10 : 1. Stockholm, 1887; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Annales des Mines; huitième série, T. X, 6e livraison de 1886. Paris, Ve Ch. Dunod, 1886; in-8°.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel, T. XV. Neuchâtel, Wolfrath et Cie, 1886; in-8°.

Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles; 3e s., Vol. XXII, n° 95. Lausanne, 1887; br. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, année 1886, n° 4, et année 1887, n° 1. Moscou, 1887; 2 br. in-8°.

Transactions of the astronomical observatory of Yale University; Vol. I, Part I. New Haven, published by the Observatory, 1887; in-4°.

FIN DU TOME CENT-QUATRIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1887.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CIV.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
12638 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.